



CỦ THANH TOÀN

Chuyên Đề BỒI DƯỠNG HỌC SINH GIỎI HÓA HỌC 11 Tập 1: Vô Cơ

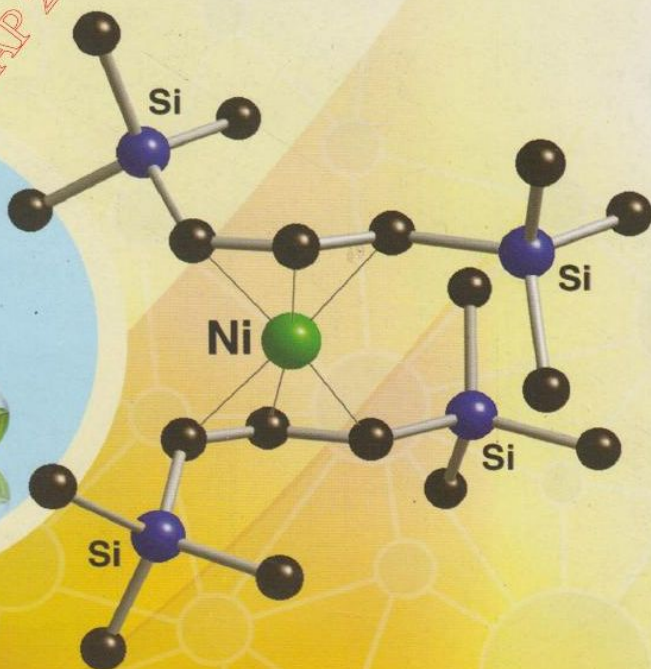
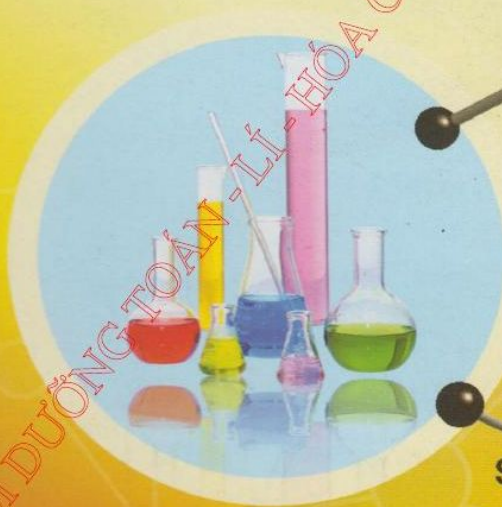
CỦ THANH TOÀN

Chuyên Đề BỒI DƯỠNG HỌC SINH GIỎI HÓA HỌC

Tập 1: Vô Cơ

11

- Dành cho học sinh khá, giỏi lớp 11
- Tài liệu cho giáo viên bồi dưỡng học sinh giỏi hóa học 11
- Học sinh luyện thi Đại học đạt điểm 9, 10



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

CỦ THANH TOÀN

Chuyên Đề

BỒI DƯỠNG HỌC SINH GIỎI

HÓA HỌC

Tập 1: Vô Cơ

11

- Dành cho học sinh khá, giỏi lớp 11
- Tài liệu cho giáo viên bồi dưỡng học sinh giỏi hóa học 11
- Học sinh luyện thi Đại học đạt điểm 9, 10



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

LỜI NÓI ĐẦU

Các bạn đồng nghiệp và các em học sinh thân mến!

Bồi dưỡng học sinh giỏi là một công tác đòi hỏi nghiệp vụ chuyên môn sâu rộng và tinh thần trách nhiệm cao. Con đường vươn tới đỉnh cao của tri thức chỉ dành cho những ai có niềm đam mê và có ý chí thực hiện những đam mê, hoài bão của mình. Để các bạn đọc có thêm tài liệu phục vụ cho quá trình học tập, nghiên cứu và giảng dạy, chúng tôi xin trân trọng giới thiệu với bạn đọc bộ sách "*Chuyên đề bồi dưỡng học sinh giỏi Hoá học*".

Trên cơ sở nghiên cứu kĩ lưỡng hàng trăm đề thi học sinh giỏi của tất cả các tỉnh, thành trong cả nước từ năm 1990 đến nay, từ các đề thi học sinh giỏi quốc gia và olimpic hoá học quốc tế, chúng tôi đã biên soạn bộ sách này để giới thiệu với bạn đọc.

Chúng tôi tin tưởng rằng, bộ sách sẽ mang lại những trải nghiệm giá trị cho các bạn đọc học tập và nghiên cứu nó. Bộ sách sẽ là chìa khoá để các bạn mở cánh cửa khám phá những điều kì diệu của hoá học, khám phá những khả năng còn tiềm ẩn của bản thân.

Tuy các tác giả đã rất cố gắng, nhưng do biên soạn lần đầu nên không thể tránh khỏi thiếu sót, các tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp chân thành của các bạn đồng nghiệp và của các em học sinh.

Trân trọng cảm ơn!

Tác giả

Nhà sách Khang Việt xin trân trọng giới thiệu tới Quý độc giả và xin lắng nghe mọi ý kiến đóng góp, để cuốn sách ngày càng hay hơn, bổ ích hơn. Mọi liên hệ xin gửi về:

Cty TNHH Một thành viên – Dịch vụ Văn hóa Khang Việt

71, Đinh Tiên Hoàng, P. Đakao, Quận 1, TP. HCM

Tel: (08) 39115694 – 39111969 – 39111968 – 39105797 – Fax: (08) 39110880

Hoặc email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn

Chuyên đề 1. ĐỘ ĐIỆN LI α , HẰNG SỐ PHÂN LI AXIT K_A , HẰNG SỐ PHÂN LI BAZƠ K_B

A. LÍ THUYẾT

1. Chất điện li mạnh, chất điện li yếu

Chất điện li mạnh là chất khi hòa tan vào nước thì tất cả các phân tử của chúng phân li thành ion, nghĩa là trong dung dịch không còn các phân tử không điện li.

Các axit mạnh, bazơ mạnh và đa số các muối tan là các chất điện li mạnh. Dung dịch của chúng dẫn điện tốt.

Thí dụ: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Chất điện li yếu là chất khi hòa tan vào nước chỉ một phần các phân tử phân li thành ion.

Các axit hữu cơ, vô cơ yếu, các bazơ yếu và một số muối như HgCl_2 , CdCl_2 ... là những chất điện li yếu.

Trong dung dịch của các chất điện li yếu, các phân tử không phân li nằm cân bằng động với các ion của chúng.

Thí dụ: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

2. Độ điện li α

Độ điện li α là tỉ số phân tử phân li trên số phân tử hòa tan

$$\alpha = \frac{\text{Số phân tử phân li}}{\text{Số phân tử hòa tan}}$$

Ngoài ra: $\alpha = C/C_0$, với C , C_0 lần lượt là nồng độ mol bị phân li và nồng độ mol ban đầu của chất điện li trong dung dịch.

Từ định nghĩa suy ra $0 < \alpha \leq 1$

Thí dụ: Trong 1 lít dung dịch CH_3COOH 0,1M có 0,00132 mol phân li, độ điện li α sẽ là:

$$\alpha = \frac{0,00132}{0,1} = 0,0132 \text{ hay } 1,32\%$$

Các yếu tố ảnh hưởng đến độ điện li (α):

- Bản chất của chất điện li
- Nhiệt độ
- Dung môi
- Nồng độ.

3. Hằng số điện li

Xét sự điện li của chất điện li yếu AB



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{Ta có: } K = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$$

Hằng số cân bằng K ở đây gọi là hằng số điện li, nó đặc trưng cho khả năng điện li của một chất. Giá trị của K càng lớn thì sự điện li càng mạnh và ngược lại.

Đối với một chất điện li cho trước, hằng số điện li K chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.

4 Sự liên hệ giữa hằng số điện li và độ điện li – Định luật pha loãng Ostwald.

Gọi C là nồng độ mol.l⁻¹ của chất điện li AB và α là độ điện li của nó.

Số mol của phân li là : Cα

Số mol chưa phân li: C - Cα

Số mol ion A⁺ và số mol ion B⁻ = Cα

$$K = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C - C\alpha} = C \frac{\alpha^2}{1 - \alpha}$$

$$K = C \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} \quad (1)$$

Đó là biểu thức toán học của định luật pha loãng Ostwald.

Từ (3-1) thấy rằng khi α tăng thì 1 - α giảm, do đó α²/1-α sẽ tăng. Ở nhiệt độ không đổi K là một hằng số do đó muốn cho:

$$\frac{\alpha^2}{1 - \alpha} \cdot C = \text{hằng số}$$

thì C phải giảm, nghĩa là độ loãng của dung dịch phải tăng.

Vậy dung dịch càng loãng thì độ điện li càng lớn và ngược lại.

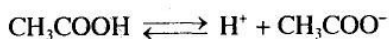
Khi độ loãng $\left(\frac{1}{C}\right)$ tiến tới vô cùng thì α → 1

Biểu thức (1) cho phép tính độ điện li ở các nồng độ khác nhau nếu biết hằng số điện li. Ngược lại nếu biết độ điện li ở một nồng độ nào đó thì tính được hằng số điện li.

Thí dụ 1: Tính hằng số điện li của axit axetic, biết rằng trong dung dịch 0,1M độ điện li α = 0,0132.

Giải

Axit axetic điện li theo:



$$\text{Hằng số điện li của axit axetic: } K = C \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} = 0,1 \cdot \frac{(0,0132)^2}{1 - 0,0132} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

Thí dụ 2: Tính độ điện li của axit axetic trong dung dịch nồng độ 0,001M? Cho biết hằng số điện li của axit axetic bằng 1,76.10⁻⁵.

Giải

$$\begin{aligned} \text{Từ (1): } C\alpha^2 + K\alpha - K &= 0 \\ \alpha &= \frac{-K \pm \sqrt{K^2 + 4KC}}{2C} \end{aligned}$$

Chỉ lấy được nghiệm $\alpha > 0$ Thay giá trị của K và C vào ta được: $\alpha = 0,125$ hay 12,5%.Nếu $\alpha < 5\%$ thì với mức độ không cần chính xác lắm có thể coi $1 - \alpha = 1$. Do đó:

$$\begin{aligned} K &= C\alpha^2 \\ \alpha &= \sqrt{\frac{K}{C}} \end{aligned} \quad (2)$$

Thí dụ 3: Tính độ điện li của axit xianhidric HCN trong dung dịch nồng độ 0,05M?Cho biết hằng số điện li của HCN bằng $7 \cdot 10^{-10}$.

Giải

Vì HCN là một chất điện li rất yếu (K rất nhỏ) nên trong điều kiện nồng độ của bài toán có thể hi vọng rằng $\alpha < 5\%$. Ta hãy thử thay giá trị của K và C vào (2):

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{-10}}{0,005}} = 1,18 \cdot 10^{-4}$$

Hay $\alpha = 0,0118\%$.**Lưu ý:** Trong trường hợp $\alpha > 5\%$ thì phải dùng (1) để tính α .**5. Sự chuyển dịch cân bằng ion**

Sự điện li của chất điện li yếu là một phản ứng hai chiều nên cân bằng giữa các ion và các phân tử không phân li chỉ được bảo toàn khi điều kiện tồn tại (nồng độ, nhiệt độ...) của cân bằng không biến đổi. Nếu thay đổi một trong các điều kiện tồn tại thì cân bằng ion sẽ bị phá vỡ để thiết lập một cân bằng mới.

Sự dịch chuyển cân bằng này cũng tuân theo nguyên lí LeChatelier.

Để làm sáng tỏ vấn đề này ta hãy khảo sát sự chuyển dịch cân bằng trong dung dịch axit axetic.



Nếu ta tăng nồng độ của một trong 2 ion có trong dung dịch, thí dụ ion CH_3COO^- chẳng hạn (bằng cách cho vào dung dịch một lượng tinh thể CH_3COONa) thì theo nguyên lí Le Chatelier cân bằng sẽ chuyển dịch về phía phân tử không phân li nghĩa là làm giảm độ điện li của CH_3COOH .

Vậy nếu đưa vào dung dịch của một chất điện li yếu các ion đồng loại (nghĩa là những ion của chất điện li phân li ra) thì độ điện li sẽ giảm.

6. Thuyết axit– bazơ**a. Thuyết axit– bazơ của Areniut**

Axit là những chất tan trong nước phân li ra cation H^+ .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Bazơ là những chất khi tan trong nước phân li ra anion OH^- .

Thuyết axit– bazơ của Areniut đã giải thích được nhiều dữ kiện thực nghiệm như:

+ Dung dịch của các chất axit (các bazơ) đều có tính chất chung vì đều có mặt ion H^+ (ion OH^-).

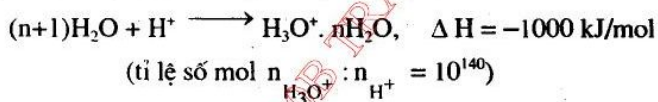
+ Nhiệt trung hoà của phản ứng giữa axit mạnh và bazơ mạnh là một hằng số ($\Delta H = -57,6 \text{ kJ/mol}$) vì phản ứng trung hoà giữa một axit mạnh (H^+) và một bazơ mạnh (OH^-) thực chất là phản ứng giữa H^+ và OH^- :



+ Cho phép định lượng độ mạnh của các axit và bazơ dựa vào hằng số điện li của chúng.

Tuy nhiên nhiều dữ kiện thực nghiệm mà thuyết của Areniut không thể giải thích được, như:

+ Trong dịch nước hầu như không có mặt ion H^+ vì:



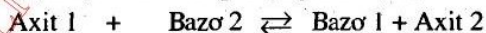
+ Nhiều chất trong phân tử của chúng không có nhóm OH (thí dụ NH_3 , các amin, ...) nhưng vẫn thể hiện tính bazơ (dung dịch của nó làm quỳ tím hoá xanh, nó tác dụng được với axit,...)

+ Thuyết Areniut không áp dụng được cho trường hợp dung môi khác nước hoặc vắng mặt dung môi.

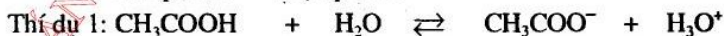
Thiếu sót cơ bản của Areniut là không để ý tới vai trò của dung môi và đã gán tính bazơ với ion OH^- .

b. Thuyết axit– bazơ của Bronstet.

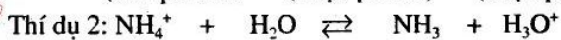
Axit là những chất (phân tử, ion) có khả năng cho proton (H^+), còn bazơ là những chất (phân tử, ion) có khả năng nhận proton (H^+).



Cho proton nhận proton



Axit bazơ bazơ axit
(cho proton) (nhận proton) (nhận proton) (cho proton)



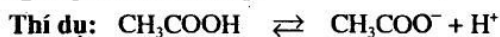
Axit bazơ bazơ axit

Axit 1/ bazơ 1 là cặp axit– bazơ liên hợp.

Axit 2/ bazơ 2 là cặp axit– bazơ liên hợp khác.

Ta nhận thấy, axit càng mạnh thì bazơ liên hợp với nó càng yếu và ngược lại.

Thuyết axit– bazơ của Bronstet tổng quát hơn thuyết Areniut. Tuy nhiên, ở đây ta chỉ nghiên cứu tính chất axit– bazơ trong dung môi nước, nên cả hai thuyết đều cho kết quả giống nhau.

7. Hằng số phân li axit và hằng số phân li bazơ**a. Hằng số phân li axit (K_a)**

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Ở đây, $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$, $[\text{H}^+]$ và $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ là nồng độ mol của CH_3COO^- , H^+ và CH_3COOH ở trạng thái cân bằng.

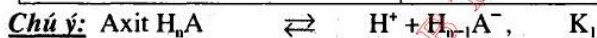
Giá trị K_a phụ thuộc vào:

- + Bản chất của axit.
- + Nhiệt độ.
- + Dung môi.

Giá trị K_a của axit càng nhỏ, lực axit của nó càng yếu và ngược lại.

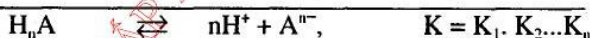
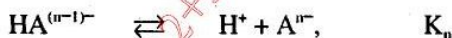
Qui ước:

K_a	Axit
$K_a > 10^{-1}$	Mạnh
$10^{-5} < K_a < 10^{-1}$	Trung bình
$K_a < 10^{-5}$	Yếu



.....

.....

**b. Hằng số phân li bazơ (K_b)**

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

Ở đây, $[\text{NH}_4^+]$, $[\text{OH}^-]$, $[\text{NH}_3]$ là nồng độ mol của NH_4^+ , OH^- , NH_3 ở trạng thái cân bằng.

Trong dung dịch loãng, $[\text{H}_2\text{O}] \approx 1000 / (18.1) = 55,56 \text{ (M)} = \text{const}$, nên $[\text{H}_2\text{O}]$ không có mặt trong biểu thức K_b .

Giá trị K_b phụ thuộc vào

- + Bản chất bazơ.
- + Nhiệt độ.
- + Dung môi.

Giá trị K_b của bazơ càng nhỏ, lực bazơ của nó càng yếu và ngược lại.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Chú ý: Giữa K_a và K_b của một cặp axit– bazơ liên hợp có mối liên hệ:

$$K_a \cdot K_b = K_{H_2O} = 10^{-14} \text{ (ở } 25^\circ\text{C)}.$$

Thí dụ: Cặp axit– bazơ liên hợp NH_4^+ / NH_3

$$K_a(NH_4^+) = 5,58 \cdot 10^{-10}$$

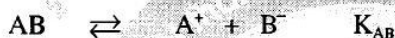
$$K_b(NH_3) = 10^{-14} / 5,58 \cdot 10^{-10} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Trong dung dịch có cân bằng sau: $AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$ K_{AB}

Hãy viết biểu thức liên hệ giữa nồng độ ban đầu C, độ điện ly (α) và hằng số cân bằng K_{AB} của cân bằng trên. Độ điện ly α thay đổi như thế nào khi giảm nồng độ ban đầu bằng cách pha loãng dung dịch.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$[] \quad C - C\alpha \quad C\alpha \quad C\alpha$$

$$K_{AB} = \frac{(C\alpha)^2}{C - C\alpha} = C \frac{\alpha^2}{1 - \alpha} = \text{const}$$

nên C giảm α tăng (trong khoảng từ $0 < \alpha < 1$).

2. a) Tính hằng số K_a của CH_3COOH , biết rằng độ điện li của axit axetic trong dung dịch 0,1M là 1,32%.

b) Với các dung dịch đơn axit yếu và đơn bazơ yếu, trong trường hợp nồng độ không quá loãng, ta có thể bỏ qua sự điện li của nước. Hãy lập biểu thức tính pH của các dung dịch trên theo nồng độ mol/l (C_M) và hằng số axit (K_a), hằng số bazơ (K_b).

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Tính hằng số K_a của CH_3COOH :



Biểu thức liên quan giữa hằng số cân bằng, độ điện li và nồng độ:

$$K_a = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha} \quad (*)$$

Dựa vào biểu thức (*), dễ dàng tính được:

– Nếu coi $1 - \alpha = 1$, được $K = 1,74 \cdot 10^{-5}$

– Nếu tính chi tiết, thì $K = 1,76 \cdot 10^{-5}$

b) Axit AH: $AH \rightleftharpoons A^- + H^+$

Tương tự trên, dựa vào biểu thức tính K_a , suy ra được nồng độ H^+ và rút ra:

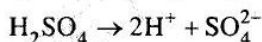
$$pH = 1/2 \cdot (pK_a - \lg C).$$

$$\text{Tương tự: } pOH = 1/2 \cdot (pK_b - \lg C) \rightarrow pH = 14 - 1/2 \cdot (pK_b - \lg C)$$

3. Cho hai dung dịch H_2SO_4 và HCOOH có cùng nồng độ mol và có giá trị pH tương ứng là x, y. Tìm mối quan hệ giữa x, y là (biết rằng cứ 50 phân tử HCOOH hoà tan thì có 1 phân tử HCOOH bị phân li).

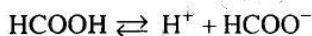
Phân tích và hướng dẫn giải

Giả sử hai dung dịch có cùng nồng độ 0,05M



$$0,05 \rightarrow 0,1\text{M}$$

$$\Rightarrow x = \text{pH} = -\lg 0,1 = 1$$



$$0,05 \rightarrow 0,05.1/50 = 0,001\text{M}$$

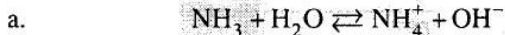
$$\Rightarrow y = \text{pH} = -\lg 0,001 = 3$$

$$\text{Vậy } y = x + 2$$

4. a. Dung dịch NH_3 1M có $\alpha = 0,43\%$. Tính hằng số K_b và pH của dung dịch đó.

b. Tính độ điện li của axit axetic trong dung dịch 0,01M, nếu trong 500 ml dung dịch axit đó có $3,13.10^{21}$ hạt (phân tử và ion).

Phân tích và hướng dẫn giải



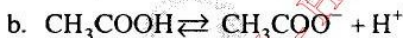
1M

Cân bằng (1-x) x x

$$\alpha = \frac{x}{1} = 0,0043 \Rightarrow x = 4,3.10^{-3} \Rightarrow K_b = \frac{x^2}{1-x} \approx \frac{(4,3.10^{-3})^2}{1} = 1,85.10^{-5}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{4,3.10^{-3}} = 0,23.10^{-11}$$

$$\text{pH} = -\lg(0,23.10^{-11}) = 11,64$$



x mol x mol x mol

1 lít dung dịch axit có $2,3,13.10^{21}$ hạt = $6,26.10^{21}$ hạt

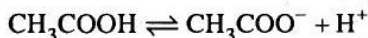
Gọi x là số mol phân tử CH_3COOH đã phân li trong 1 lít dung dịch. Lúc đó x là số ion H^+ cũng là số ion CH_3COO^- . Khi đó số phân tử CH_3COOH còn lại không phân li (0,01 mol) là $6,02.10^{21} - x$.

$$\text{Ta có: } 6,02.10^{21} - x + 2x = 6,26.10^{21} \Rightarrow x = 0,24.10^{21}$$

$$\text{Độ điện li: } \alpha = \frac{0,24.10^{21}}{6,02.10^{21}} \times 100 = 3,99\%$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

5. Dung dịch CH_3COOH 0,1M có $\text{pH} = 2,88$. Cần pha loãng dung dịch này bao nhiêu lần để cho độ điện li α tăng 5 lần?

Phân tích và hướng dẫn giải

Nồng độ H^+ của dung dịch: $[\text{H}^+] = 10^{-2,88} \text{ M}$

Độ điện li của axit: $\alpha = 10^{-2,88} : 0,1 = 0,0132$

Khi pha loãng axit thì độ điện ly tăng 5 lần nên có $\alpha_1 = 5\alpha$, lúc đó nồng độ axit là C_1 .

Vì nhiệt độ không đổi nên K_a giữ nguyên: $K_a = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha} = \frac{\alpha_1^2 \cdot C_1}{1 - \alpha_1}$

$$\rightarrow C_1 = \frac{\alpha^2 \cdot C \cdot (1 - 5\alpha)}{(5\alpha)^2 \cdot (1 - \alpha)} = \frac{0,0132^2 \cdot C \cdot (1 - 5 \cdot 0,0132)}{(5 \cdot 0,0132)^2 \cdot (1 - 0,0132)}$$

$$\rightarrow \frac{C}{C_1} = 26,4 \rightarrow \text{Cần pha loãng } 26,4 \text{ lần.}$$

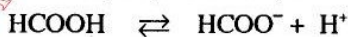
6. Cho cân bằng $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$

Hòa tan 9,2 gam HCOOH vào trong nước pha loãng thành 500 ml (dung dịch A).

- Tính độ điện li của axit HCOOH trong dung dịch A, biết $\text{pH}_A = 2$.
- Tính hằng số phân li của axit HCOOH .
- Cần pha thêm bao nhiêu ml dung dịch HCl có $\text{pH} = 1$ vào 100,00 ml dung dịch A để độ điện li giảm 20%.
- Nếu thêm 0,4 gam NaOH vào 50 ml dung dịch A, sau đó cho quỳ tím vào thì màu quỳ tím biến đổi như thế nào? Tính pH của dung dịch sau phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$n(\text{HCOOH}) = 0,2 \text{ mol} \rightarrow [\text{HCOOH}] = 0,4 \text{ M}$$



Bđ 0,4M

Điện li 0,4a 0,4a 0,4a

Cb 0,4(1-a) 0,4a 0,4a

- a. Gọi a là độ điện li của HCOOH .

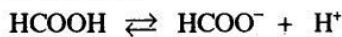
$$\text{pH} = 2 \rightarrow [\text{H}^+] = 0,01 \text{ M}$$

$$\rightarrow 0,4a = 0,01 \rightarrow a = 0,025 = 2,5\%$$

- b. $K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]}$

$$= \frac{(0,4a)^2}{0,4 \cdot (1-a)} = 10^{-3,59}$$

c. Phương trình điện li:



Bd 0,4M

Điện li 0,4b 0,4b 0,4b + x

Cb 0,4(1-b) 0,4b 0,4b + x

Độ điện li giảm 20% $\rightarrow b = 80\%a = 0,02$

$$K_a = 0,4b.(0,4b + x)/(0,4.(1-b)) = 10^{-3,59}$$

Thay $b = 0,02 \rightarrow x = 0,0046M$.

Gọi V là thể tích của HCl cần thêm vào.

pH = 1 $\rightarrow [\text{H}^+] = 0,1M$

$\rightarrow V. 0,1 = (V + 100). 0,0046 \rightarrow V = 4,82 \text{ ml}$.

d. nNaOH = 0,01 mol; nHCOOH = 0,02 mol



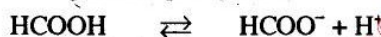
0,01 mol 0,01 mol 0,01 mol



0,01 mol 0,01 mol 0,01 mol

$$[\text{HCOOH}] = 0,01/0,05 = 0,2M$$

$$[\text{HCOO}^-] = 0,2M$$



Bd 0,2M

Điện li y 0,2+y y

Cb 0,2-y 0,2+y y

$$K_a = (0,2+y)y/(0,2-y) = 10^{-3,59}$$

$$\rightarrow y = 2,56.10^{-4}M \rightarrow \text{pH} = 3,59 < 7.$$

Quỳ tím chuyển màu đỏ.

7. B là một đơn bazơ yếu có hằng số bazơ là K_b . Tính pH của dung dịch B nồng độ C (mol/l) theo pK_b và C. Biết $pK_b = -\lg K_b$.

Áp dụng tính pH của dung dịch CH_3COONa 0,01M, biết K_b của CH_3COO^- là $5,6.10^{-10}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

B là một đơn bazơ yếu: $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$

Do là bazơ yếu nếu ta coi nồng độ cân bằng của B bằng nồng độ ban đầu C

$$\rightarrow K_b = ([\text{OH}^-])^2/C \rightarrow [\text{OH}^-] = (K_b.C)^{1/2}$$

$$\rightarrow \text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -1/2\lg C - 1/2\lg K_b = 1/2\text{p}K_b - 1/2\lg C$$

$$\rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1/2\text{p}K_b + 1/2\lg C$$

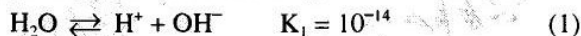
Áp dụng: Thay số tính được $\text{pH} = 8,375 \approx 8,4$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

8. Tính nồng độ axit propionic (HPr) phải có trong dung dịch axit axetic (HAc) $2,0 \cdot 10^{-3} \text{M}$ sao cho độ điện li của axit axetic là 0,08.
 Biết $K_{\text{HPr}} = 1,3 \cdot 10^{-5}$; $K_{\text{HAc}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong dung dịch có các cân bằng:



Do có cân bằng 2, nên cân bằng 3 chuyển dịch sang trái → Độ điện li của axit axetic giảm.

– Nếu không có cân bằng 2, thì ta có: $\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^- \quad (*)$

Ban đầu C 0 0

Cân bằng C – Cα Cα Cα

Dựa vào K_{Ac} , ta có:

$$(\text{C}\alpha)^2 / (\text{C} - \text{C}\alpha) = K_{\text{Ac}} \rightarrow \text{C}\alpha^2 / (1 - \alpha) = K_{\text{Ac}}$$

$$\text{với } \alpha \ll 1, \text{ ta tính được } \alpha = \sqrt{K_{\text{Ac}}} = 0,095.$$

– Nhưng do có cân bằng 2, nên độ điện li của HAc giảm xuống chỉ còn 0,08. Dựa vào phương trình (*), ta lại có:

$$[\text{Ac}^-] = \text{C}\alpha = 0,08 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{HAc}] = \text{C} - \alpha \text{C} = 2 \cdot 10^{-3} - 1,6 \cdot 10^{-4} = 1,84 \cdot 10^{-3}$$

Dựa vào K_{Ac} ta có $[\text{H}^+][\text{Ac}^-] / [\text{HAc}] = K_{\text{Ac}}$. Tính được nồng độ H^+ (có trong dung dịch) là $[\text{H}^+] = K_{\text{Ac}} \cdot [\text{HAc}] / [\text{Ac}^-] = 2,07 \cdot 10^{-4}$

Theo bảo toàn nồng độ (hoặc dựa vào các cân bằng 1, 2), bỏ qua nồng độ của H^+ do (1) phân li ra, ta có:

$$[\text{H}^+] = [\text{Pr}^-] + [\text{Ac}^-]$$

$$\rightarrow [\text{Pr}^-] = 2,07 \cdot 10^{-4} - 1,6 \cdot 10^{-4} = 4,7 \cdot 10^{-5}$$

Áp dụng cho cân bằng 2 có:

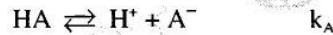
$$[\text{HPr}] = [\text{H}^+][\text{Pr}^-] / K_{\text{Pr}} = 7,48 \cdot 10^{-4}$$

Như vậy nồng độ ban đầu của HPr là:

$$\text{C} = [\text{HPr}] + [\text{Pr}^-] = 7,48 \cdot 10^{-4} + 4,7 \cdot 10^{-5} = 7,95 \cdot 10^{-4} \text{M}.$$

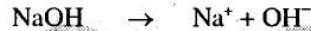
9. Trộn 10 ml dung dịch đơn axit yếu HA nồng độ mol C_0 (hằng số axit là K_A) có $pH = 3$ với 5 ml dung dịch NaOH có $pH = 13$ thu được dung dịch có $pH = 5,661$. Hãy xác định K_A và C_0 của HA (bỏ qua sự điện li của nước).

Phân tích và hướng dẫn giải



$$K_A = \frac{(10^{-3})^2}{C_0 - 10^{-3}} \quad (1)$$

Khi trộn 10 ml dung dịch HA với 5 ml dung dịch NaOH có $pH = 13$:



$$pH = 13 \Rightarrow [H^+] = 10^{-13} M \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-13}} = 0,1 M$$

Sau khi trộn:

$$C_{HA} = \frac{10C_0}{15} \approx 0,667C_0 \quad \text{và} \quad C_{NaOH} = \frac{0,1 \times 5}{15} \approx 0,033 (M)$$

	HA	+	NaOH	$\rightarrow$	NaA	+ H ₂ O
Ban đầu:	0,067C ₀		0,033		0	
Phản ứng:	0,033		0,033		0,033	
Sau phản ứng:	0,667C ₀ - 0,033		0		0,033	

$$pH = 5,661 \Rightarrow [H^+] = 10^{-5,661}$$

Áp dụng công thức tính pH dung dịch đệm, ta có:

$$10^{-5,661} = \frac{K_A (0,667C_0 - 0,033)}{0,033}$$

$$K_A = \frac{7,203 \times 10^{-8}}{0,667C_0 - 0,033} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra: $\frac{10^{-6}}{C_0 - 10^{-3}} = \frac{7,203 \times 10^{-8}}{0,667C_0 - 0,033}$

$$\Rightarrow C_0 \approx 0,055 (M)$$

Thế (1) vào, ta có: $K_A = \frac{10^{-6}}{0,055 - 10^{-3}} \approx 1,85 \cdot 10^{-5}$

10. Hằng số phân li của axit benzoic C_6H_5COOH bằng $6,3 \cdot 10^{-5}$ và của axit axetic CH_3COOH bằng $1,79 \cdot 10^{-5}$. Hãy xác định tỉ số nồng độ ion H^+ trong các dung dịch đồng phân tử của axit benzoic và axit axetic.

Phân tích và hướng dẫn giải

Áp dụng công thức gần đúng tính nồng độ H^+ của dung dịch axit yếu:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

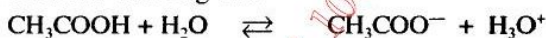
$$\begin{aligned} [H^+]_{C_6H_5COOH} &= \sqrt{k_{C_6H_5COOH} \cdot C_0} \\ [H^+]_{CH_3COOH} &= \sqrt{k_{CH_3COOH} \cdot C_0} \\ \Rightarrow \frac{[H^+]_{C_6H_5COOH}}{[H^+]_{CH_3COOH}} &= \sqrt{\frac{k_{C_6H_5COOH}}{k_{CH_3COOH}}} \approx 1,876 \end{aligned}$$

11. Có dung dịch CH_3COOH 0,1M, $K_a(CH_3COOH) = 1,58 \cdot 10^{-5}$. Hãy cho biết cần phải thêm bao nhiêu mol CH_3COOH vào 1 lít dung dịch đó để α của axit giảm đi một nửa (coi thể tích không đổi khi thêm). Tính pH của dung dịch mới này.

Phân tích và hướng dẫn giải

*) $K_a \cdot C_a = 1,58 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1} > 10^{-12}$ và $\frac{C_a}{K_a} = \frac{10^{-1}}{1,58 \cdot 10^{-5}} > 100$, nên bỏ qua sự điện ly

của nước và chỉ xét cân bằng sau:



Ban đầu: 0,1M

0 0

Cân bằng: 0,1 - 0,1 α

0,1 α 0,1 α

$$K_a = \frac{(0,1)^2 \cdot \alpha^2}{0,1(1-\alpha)} = 1,58 \cdot 10^{-5} \quad (\text{Coi } 1-\alpha \approx 1) \Rightarrow \alpha = 1,26 \cdot 10^{-2}$$

Để α giảm đi một nửa nghĩa là $\alpha' = \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{K_a}{10^{-1}}}$. Gọi C' là nồng độ của dung

dịch CH_3COOH để có α' . Vì ($\alpha' < \alpha$) nên:

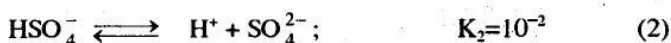
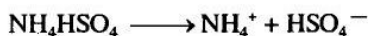
$$\alpha' = \sqrt{\frac{K_a}{C'}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{K_a}{0,1}} = \sqrt{\frac{K_a}{4 \cdot 0,1}}$$

$\Rightarrow C' = 0,4M$. Vậy cần phải thêm **0,3 mol** CH_3COOH vào 1 lít dung dịch.

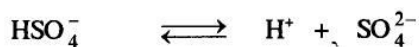
*) $pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg(\alpha' \cdot C') = 2,6$. Vậy **pH = 2,6**.

12. Tính độ phân li của ion NH_4^+ và HSO_4^- trong dung dịch NH_4HSO_4 0,1M. Cho biết pK_a của $NH_4^+ = 9,24$; pK_a của $HSO_4^- = 2$.

Phân tích và hướng dẫn giải



$K_2 \gg K_1 \longrightarrow (2)$ là chủ yếu, (1) không ảnh hưởng.



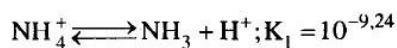
Ban đầu: 0,1

Cân bằng: (0,1 - x) x x

$$\Rightarrow K = \frac{x^2}{0,1 - x} = 10^{-2}$$

$$\rightarrow x^2 + 0,001 = 0 \rightarrow x = 0,027$$

$$\rightarrow \alpha = \left[\text{SO}_4^{2-} \right]_{\text{HSO}_4^-} \frac{1}{0,1} = \frac{0,027}{0,1} = 27\%$$



Ban đầu 0,1 0,027

Cân bằng (0,1 - y) y (y + 0,027)

$$\Rightarrow K = \frac{y(y + 0,027)}{0,1 - y} = 10^{-9,24}$$

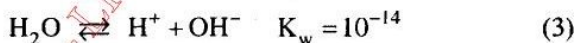
$$\text{Giả sử } y \ll 0,027 \Rightarrow y = 2,1 \cdot 10^{-9} \Rightarrow \alpha = 2,1 \cdot 10^{-6}\%$$

13. a) Tính pH của dung dịch Na_2A 0,022M.

b) Tính độ điện li của ion A^{2-} trong dung dịch Na_2A 0,022M khi có mặt NH_4HSO_4 0,001M.

Cho: $\text{pK}_a(\text{HSO}_4^-) = 2,00$; $\text{pK}_a(\text{NH}_4^+) = 9,24$; $\text{pK}_{a1}(\text{H}_2\text{A}) = 5,30$; $\text{pK}_{a2}(\text{H}_2\text{A}) = 12,60$

Phân tích và hướng dẫn giải



Vì $K_{b1} \cdot C \gg K_{b2} \cdot C \gg K_w \rightarrow \text{pH}$ của hệ được tính theo cân bằng (1):



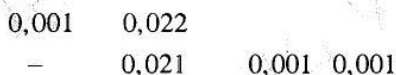
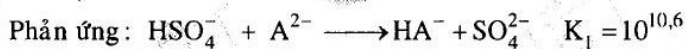
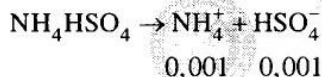
C 0,022

[] 0,022 - x x x

$$[\text{OH}^-] = x = 0,0158(\text{M}) \rightarrow \text{pH} = 12,20$$

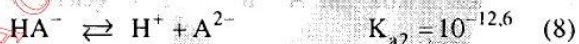
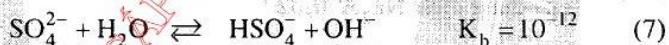
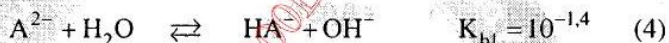
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

b) Khi có mặt NH_4HSO_4 0,0010M :



Hệ thu được gồm: A^{2-} 0,020M; HA^- 0,002M; SO_4^{2-} 0,001M; NH_3 0,001M

Các quá trình xảy ra:



So sánh các cân bằng từ (4) đến (7), ta có:

$$K_{b1} \cdot C_{\text{A}^{2-}} \gg K_b \cdot C_{\text{NH}_3} \gg K_{b2} \cdot C_{\text{HA}^-} \gg K_b \cdot C_{\text{SO}_4^{2-}}$$

→ (4) chiếm ưu thế và như vậy (4) và (8) quyết định thành phần cân bằng của hệ:



→ $x = 0,0142 \rightarrow [\text{HA}^-] = 0,0162(\text{M})$

→ $\alpha_{\text{A}^{2-}} = \frac{[\text{HA}^-]}{0,022} = \frac{0,0162}{0,022} = 0,7364$ hay $\alpha_{\text{A}^{2-}} = 73,64\%$

(Hoặc $\alpha_{\text{A}^{2-}} = \frac{[\text{OH}^-] + C_{\text{HSO}_4^-} + C_{\text{NH}_4^+}}{0,022} = \frac{0,0142 + 0,001 + 0,001}{0,022} = 0,7364$)

14. Một dung dịch monoaxit HA nồng độ 0,373% có khối lượng riêng bằng 1,000 g/ml và pH = 1,70. Khi pha loãng gấp đôi thì pH = 1,89.

a. Xác định hằng số ion hoá K_a của axit.

b. Xác định khối lượng mol và công thức của axit này. Thành phần nguyên tố của axit là: Hidro bằng 1,46%, oxi bằng 46,72% và một nguyên tố chưa biết X(% còn lại).

Phân tích và hướng dẫn giải



Bỏ qua sự phân li của nước, ta có:

$$[H^+] = [A^-]; c \text{ (nồng độ mol của axit)} = [A^-] + [HA]$$

$$\text{Thay } [H^+] = [A^-] \text{ và } [HA] = c - [H^+] \text{ vào (2), ta được } K_a = \frac{[H^+]^2}{c - [H^+]} \quad (3)$$

- Khi pH = 1,70 thì $[H^+] = 10^{-1,70} = 0,0200$;

- Khi pH = 1,89 thì $[H^+] = 10^{-1,89} = 0,0129$.

Thay các kết quả này vào (3) ta được hệ phương trình:

$$\begin{cases} K_a = \frac{(0,02)^2}{c - 0,02} \\ K_a = \frac{(0,0129)^2}{\frac{c}{2} - 0,0129} \end{cases}$$

Giải ra ta được: $c = 0,0545$ và $K_a = 1,16 \cdot 10^{-2}$

b. Trong 1 lít dung dịch có 0,0545 mol axit và khối lượng của nó là:

$$1000 \text{ ml} \cdot 1,000 \text{ g/ml} \cdot 0,00373 = 3,73 \text{ g}$$

$$\text{Khối lượng mol của axit là: } M = \frac{3,73 \text{ g}}{0,0545 \text{ mol}} = 68,4 \text{ g/mol}$$

Khối lượng hidro trong 1 mol axit: $m(H) = 0,0146 \cdot 68,4 \text{ g} = 1,00 \text{ g}$ (1 mol)

Khối lượng oxi trong 1 mol axit: $m(O) = 0,4672 \cdot 68,6 \text{ g} = 32,05 \text{ g}$ (2 mol).

Khối lượng nguyên tố X chưa biết trong 1 mol axit:

$$m(X) = 68,4 \text{ g} - m(H) - m(O) = 68,4 \text{ g} - 1,00 \text{ g} - 32,05 \text{ g} = 35,6 \text{ g}$$

Một mol axit có thể chứa n mol nguyên tố X. Khối lượng mol nguyên tố X là $35,6/n$ (g/mol).

Nếu $n = 1$ thì $M(X) = 35,6 \text{ g/mol}$ (X là Cl);

$n = 2$: $M(X) = 17,8 \text{ g/mol}$ (không có nguyên tố tương ứng);

$n = 3$: $M(X) = 11,9 \text{ g/mol}$ (C);

$n = 4$: $M(X) = 8,9 \text{ g/mol}$ (Be);

$n = 5$: $M(X) = 7,1 \text{ g/mol}$ (Li).

Hợp chất duy nhất có thể chấp nhận là $HClO_2$. Các axit HC_3O_2 , HBe_4O_2 và HLi_5O_2 không có. Vậy 68,6 g/mol ứng với công thức $HClO_2$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP****15.** Cho cân bằng sau: $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$

Hoà tan 4,600 gam axit fomic (HCOOH) trong nước và pha loãng thành 500 ml (dung dịch A).

1/ Tính độ điện li của axit fomic trong dung dịch A, biết rằng pH của dung dịch A là 2,25.

2/ Tính hằng số phân li của axit fomic.

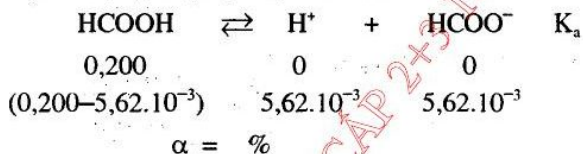
3/ Cần thêm bao nhiêu ml dung dịch HCl có pH = 1,00 vào 100,00 ml dung dịch A để độ điện li của axit giảm 20% (khi tính coi thể tích dung dịch không thay đổi khi thêm dung dịch HCl).

4/ Nếu thêm 0,400 gam NaOH vào 50,00 ml dung dịch A, sau đó cho giấy quỳ tím vào dung dịch thì quỳ tím có đổi màu không? Nếu đổi màu thì đổi màu gì? Tại sao? Tính pH của dung dịch.

Phân tích và hướng dẫn giải

1/ Nồng độ gốc của HCOOH : $C_{\text{H-COOH}} = \frac{4,6}{46,05} = 0,200\text{M}$;

$$\text{pH} = 2,25 \Rightarrow [\text{H}^+] = 5,62 \cdot 10^{-3}\text{M}$$

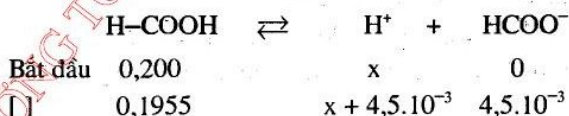


$$2/ \text{ Tính } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{H-COO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{(5,62 \cdot 10^{-3})^2}{(0,2 - 5,62 \cdot 10^{-3})} = 1,62 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Độ điện li giảm } 20\% \Rightarrow \alpha = 2,81 \cdot 0,8 = 2,248\%$$

$$\Rightarrow [\text{HCOOH}] = 0,2 - \frac{2,248 \cdot 0,2}{100} = 0,1955 \text{ M}$$

$$\text{và } [\text{HCOO}^-] = \frac{2,248 \cdot 0,2}{100} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$



$$\text{Ta có: } \frac{(x + 4,5 \cdot 10^{-3}) \cdot 4,5 \cdot 10^{-3}}{0,1955} = 1,62 \cdot 10^{-4} \rightarrow x = 0,0025 \rightarrow [\text{H}^+] = 0,0025 \text{ M}$$

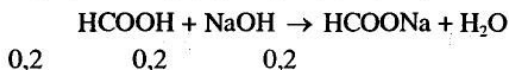
3/ Gọi V là thể tích dung dịch HCl cần thêm, với pH = 1 $\Rightarrow [\text{H}^+] = 0,1\text{M}$.

$$\Rightarrow \text{số mol } \text{H}^+ = 0,1V.$$

$$\text{Vậy } 0,1V = 0,0025 \cdot 0,1$$

$$\Rightarrow V = 0,0025 \text{ (lít) hay } 2,5 \text{ ml.}$$

$$4/ \text{Nồng độ gốc của NaOH} = \frac{0,4}{40.0,05} = 0,2M$$



Dung dịch chỉ còn $\text{HCOONa} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+$

có cân bằng $\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$

tạo ra môi trường bazơ $\rightarrow \text{pH} > 7 \rightarrow$ quỳ tím đổi màu xanh.

* Tính pH của dung dịch:

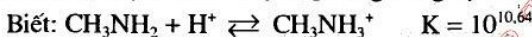


$$\text{Ta có: } \frac{x^2}{0,2-x} = 10^{3,79} \cdot 10^{-14} = 10^{-10,21}$$

$$\text{Coi } x \ll 0,2 \text{ thì } \Rightarrow x^2 = 2 \cdot 10^{-11,21}$$

$$\Rightarrow x = 1,4 \cdot 10^{-5,6} = 10^{-5,45} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-8,55} \text{M} \Rightarrow \text{pH} = 8,55$$

16. Tính độ điện li của CH_3NH_2 trong dung dịch 0,01M.



Phân tích và hướng dẫn giải

Các quá trình xảy ra trong dung dịch:



Trong dung dịch, CH_3NH_2 bị thủy phân:



(3) là tổ hợp của (1) + (2). Vậy $K_3 = K_1 \cdot K_2$

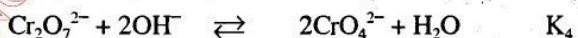
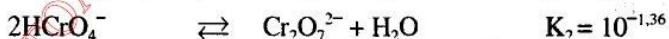
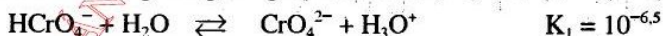
Số mol CH_3NH_2 đã bị thủy phân là x, dựa vào cân bằng (3) ta có:

$$x^2 / (0,01 - x) = K_3 = 10^{-14} \cdot 10^{10,64} = 10^{-3,36}$$

$$\rightarrow x = 1,88 \cdot 10^{-3}$$

$$\rightarrow \text{Độ điện li của } \text{CH}_3\text{NH}_2 = 1,88 \cdot 10^{-3} \cdot 100\% / 0,01 = 18,8\%$$

17. Cho các cân bằng trong dung dịch nước Cr (VI) ở 25°C:



Tích số ion của H_2O $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$.

Hãy tính các giá trị K_3, K_4 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

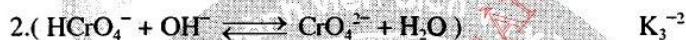
Cho các cân bằng:

Theo bài ra ta thấy: (3) là tổ hợp các cân bằng của H_2O với nghịch của cân bằng (1):



$$\text{Vậy } K_3 = K_w \cdot K_1^{-1} \Rightarrow K_3 = 10^{-14} \cdot 10^{6.3} = 10^{-7.5} = 3,2 \cdot 10^{-8}$$

Tương tự, để có (4) ta phải tổ hợp cân bằng nghịch của (2) với cân bằng nghịch của (3) sau khi đã nhân với 2:



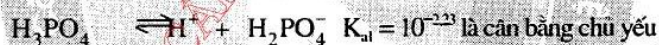
$$\text{Vậy } K_4 = K_2^{-1} \cdot K_3^{-2} \Rightarrow 10^{1.36} \cdot 10^{15} = 10^{16.36}$$

18. Đánh giá thành phần cân bằng trong dung dịch H_3PO_4 0,01M.

Cho $K_{a1} = 10^{-2.23}$, $K_{a2} = 10^{-7.21}$, $K_{a3} = 10^{-12.32}$, $K_w = 10^{-14}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Bởi vì $K_{a1} \gg K_{a2} \gg K_{a3} \gg K_w$ nên cân bằng:



$$\text{C}^0 \quad 0,01$$

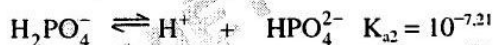
$$\Delta \text{C} \quad -x \quad x \quad x$$

$$\text{C} \quad 0,01-x \quad x \quad x$$

$$\frac{x^2}{0,01-x} = 10^{-2.23} \Rightarrow x^2 + 10^{-2.23}x - 10^{-2.23} = 0$$

$$\text{Tính ra: } x = 2,15 \cdot 10^{-2}$$

2. Bởi vì $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{H}^+]$ mà $[\text{H}^+]$ là cấu tử chính nên có thể xem H_2PO_4^- là cấu tử chính và xem phản ứng:



$$\text{C}^0 \quad 2,15 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta \text{C} \quad -y \quad y \quad y$$

$$\text{C} \quad 2,15 \cdot 10^{-2} - y \quad 2,15 \cdot 10^{-2} \quad y$$

$$\frac{y(2,15 \cdot 10^{-2} + y)}{2,15 \cdot 10^{-2} - y} = 10^{-7.21}$$

Với $y \ll 2,15 \cdot 10^{-2}$ ta có $y = 10^{-7,21} \ll 2,15 \cdot 10^{-2}$.

Vậy cấu tử chính $[H^+]$ không bị thay đổi do phản ứng chuyển dịch thứ 2, và do đó:

$$[H^+] = 2,15 \times 10^{-2} = [H_2PO_4^-]$$

3. Phản ứng thứ 3 với K_{a3} rất bé sẽ không làm ảnh hưởng tới sự thay đổi nồng độ ion H^+ :

$$\begin{array}{l} HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-} \quad K_{a3} = 10^{-12,32} \\ \text{C} \quad 10^{-7,21} \quad 2,15 \cdot 10^{-2} \quad z \\ \Delta C \quad -z \quad z \quad z \\ [] \quad 10^{-7,21} - x \quad 2,15 \cdot 10^{-2} + z \quad z \\ \frac{z(2,15 \cdot 10^{-2} + z)}{10^{-7,21} - z} = 10^{-12,32} \end{array}$$

Với $z \ll 10^{-7,21}$ ta được:

$$z = [PO_4^{3-}] = 10^{-12,32} \times \frac{10^{-7,21}}{2,15 \times 10^{-2}} = 1,37 \times 10^{-18}$$

4. Tương tự như vậy ta có thể tính nồng độ ion OH^-

$$\begin{array}{l} H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \quad K_w = 1 \cdot 10^{-14} \\ \text{C} \quad 2,15 \cdot 10^{-2} \\ [] \quad 2,15 \cdot 10^{-2} + t \quad t \\ t(2,15 \cdot 10^{-2} + t) = K_w = 1 \cdot 10^{-14} \\ t = [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2,15 \times 10^{-2}} = 4,65 \times 10^{-13} M \end{array}$$

Vậy $[H_3PO_4] = 0,10 - 2,15 \times 10^{-2} = 7,85 \times 10^{-2} M$

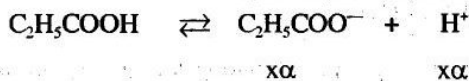
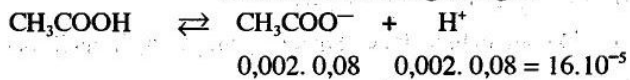
$$[H_2PO_4^-] = [H^+] = 2,15 \times 10^{-2} M$$

$$[HPO_4^{2-}] = 10^{-7,21} = 6,17 \times 10^{-8} M$$

$$[PO_4^{3-}] = 1,37 \times 10^{-18} M$$

$$[OH^-] = 4,65 \times 10^{-13} M$$

19. Dung dịch A chứa 2 axit CH_3COOH và C_2H_5COOH với nồng độ tương ứng là $0,002M$ và xM . Độ điện li của CH_3COOH trong dung dịch này là 8%. Tính x ?
Biết $K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ và $K(C_2H_5COOH) = 1,3 \cdot 10^{-5}$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

Ta có: $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{(16.10^{-5} + x\alpha).16.10^{-5}}{2.10^{-3} - 16.10^{-5}} = 1,8.10^{-5}$

$$K_{\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}} = \frac{(16.10^{-5} + x\alpha).x\alpha}{x - x\alpha} = 1,3.10^{-5}$$

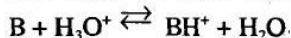
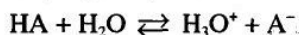
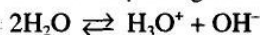
Từ đây tính được $x = 79,5.10^{-5}$. Hay $x \approx 0,8.10^{-3}$.

Vậy nồng độ $x = 0,8.10^{-3}\text{M}$.

Chuyên đề 2. BÀI TẬP pH CỦA DUNG DỊCH. DUNG DỊCH ĐỆM

A. LÝ THUYẾT

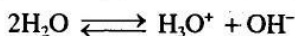
Để tính pH của các dung dịch trước hết phải tính nồng độ ion H_3O^+ . Trong các dung dịch axit – bazơ tồn tại đồng thời các cân bằng:



Do đó bài toán tính pH của các dung dịch axit, bazơ và muối thực chất là bài toán cân bằng hóa học. Sự phức tạp ở đây là ion H_3O^+ tham gia đồng thời vào hai (có thể nhiều hơn) quá trình xảy ra trong cùng một không gian. Để giải bài toán này ngoài các hằng số cân bằng, nồng độ ban đầu của các chất, định luật bảo toàn khối lượng các chất ra còn phải sử dụng nguyên lý tính trung hòa điện của dung dịch.

a. Tính pH của dung dịch axit mạnh

Xét dung dịch axit mạnh HA nồng độ C_a :



Tồn tại đồng thời 4 phần tử: H_3O^+ , A^- , OH^- , H_2O .

Ta có:

$$K_{H_2O} = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

$$[H_3O^+] = [A^-] + [OH^-]$$

Vì HA điện li hoàn toàn nên: $C_a = [A^-]$

Do đó:

$$[H_3O^+] = C_a + \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$$

Hay:

$$[H_3O^+]^2 - C_a[H_3O^+] - K_{H_2O} = 0$$

Phương trình bậc 2 đối với $[H_3O^+]$ cho hai nghiệm:

$$[H_3O^+] = \frac{C_a \pm \sqrt{C_a^2 + 4K_{H_2O}}}{2} \quad (1)$$

Ta chỉ có thể lấy nghiệm $[H_3O^+] > 0$ (ứng với dấu +).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

Nếu dung dịch HA không quá loãng thì $[\text{OH}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+]$. Ta có thể bỏ qua nồng độ $[\text{OH}^-]$ trước $[\text{H}_3\text{O}^+]$ của dung dịch:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{A}^-] = C_a$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg C_a \quad (2)$$

Thí dụ 1: Tính pH của dung dịch HCl 0,1M.

Giải

Nồng độ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ do HCl phân li ra rất lớn so với $[\text{OH}^-]$ do đó có thể tính pH gần đúng theo: $\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg C_a = -\lg 10^{-1} = 1$

Thí dụ 2: Tính pH của dung dịch HCl $6,3 \cdot 10^{-8}\text{M}$.

Giải

Nếu dùng sự gần đúng ở trên ta được $\text{pH} = -\lg 6,3 \cdot 10^{-8} = 7,20$. Kết quả này là vô lý.

Trong trường hợp này (dung dịch axit quá loãng) không thể dùng sự gần đúng (2) mà phải tính pH theo trường hợp tổng quát:

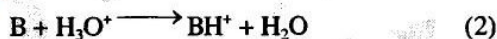
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{6,3 \cdot 10^{-8} + \sqrt{(6,3 \cdot 10^{-8})^2 + 4 \cdot 10^{-14}}}{2}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 13,6 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,87$$

b. Tính pH của dung dịch bazơ mạnh

Xét dung dịch bazơ mạnh B nồng độ C_b .



(2) là hoàn toàn vì B là một bazơ mạnh.

Ta có:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{BH}^+]$$

$$\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{H}_3\text{O}^+] + C_b$$

Hay: $[H_3O^+]^2 + C_b [H_3O^+] - K_{H_2O} = 0$

Giải phương trình bậc 2 đối với $[H_3O^+]$ ta được hai nghiệm:

$$[H_3O^+] = \frac{-C_b \pm \sqrt{C_b^2 + 4K_{H_2O}}}{2} \quad (3)$$

Chỉ lấy được nghiệm $[H_3O^+] > 0$ (nghiệm ứng với dấu +).

Nếu dung dịch bazơ không quá loãng thì $[H_3O^+] < [OH^-]$ và ta có thể bỏ qua

$[H_3O^+]$ trước $[OH^-]$:

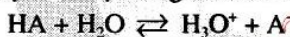
$$[OH^-] \approx [BH^+] = C_b$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_{H_2O}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{C_b}$$

$$pH = -\lg [H_3O^+] = 14 + \lg C_b \quad (4)$$

c. Tính pH của dung dịch axit yếu

Trong dung dịch tồn tại đồng thời hai cân bằng:



và có các phân tử: HA, H_3O^+ , OH^- , A^- và H_2O .

$$K_{H_2O} = [H_3O^+][OH^-] \quad (1)$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \quad (2)$$

$$[OH^-] + [A^-] = [H_3O^+] \quad (3)$$

$$[HA] = C_a - [A^-] \quad (4)$$

Từ (1): $[OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$

Từ (3): $[A^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$[A^-] = [H_3O^+] - \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$$

$$\text{Từ (4): } [HA] = C_a - [H_3O^+] + \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$$

$$\text{Thay vào (2) ta được: } K_a = \frac{\left([H_3O^+] - \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}\right)[H_3O^+]}{C_a - [H_3O^+] + \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}}$$

Đây là phương trình bậc 3 đối với $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+]^3 + K_a [H_3O^+]^2 - (K_{H_2O} + K_a C_a) [H_3O^+] - K_a K_{H_2O} = 0$$

Trong nhiều trường hợp do điều kiện cụ thể của bài toán có thể đi tới phương trình đơn giản hơn.

– **Sự gần đúng cấp 1:**

Nếu dung dịch là đủ axit thì $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ và ta có thể bỏ qua $[OH^-]$

trước $[H_3O^+]$ (tức là bỏ qua sự điện li của nước).

$$\text{Từ (3)} \quad [H_3O^+] \approx [A^-]$$

$$\text{Từ (4)} \quad [HA] = C_a - [A^-] = C_a - [H_3O^+]$$

$$\text{Thay vào (2) ta được: } K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a - [H_3O^+]}$$

$$\text{Hay} \quad [H_3O^+]^2 + K_a [H_3O^+] - K_a C_a = 0$$

$$[H_3O^+] = \frac{-K_a \pm \sqrt{K_a^2 + 4K_a C_a}}{2} \quad (5)$$

□ **Sự gần đúng cấp 2:**

Nếu axit rất yếu và nồng độ axit không quá nhỏ thì $[A^-] \ll [HA]$

Từ (3) $[H_3O^+] \approx [A^-]$

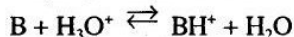
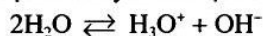
Từ (4) $[HA] \approx C_a$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} \quad (\text{bỏ qua sự điện li của nước})$$

Từ đó: $[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_a}$

d. Tính pH của dung dịch bazơ yếu

Trong dung dịch bazơ yếu tồn tại đồng thời hai cân bằng:



Ta có: $K_a = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]}$ (1)

$$K_{H_2O} = [H_3O^+][OH^-] \quad (2)$$

$$[H_3O^+] + [BH^+] = [OH^-] \quad (3)$$

$$C_b = [B] + [BH^+] \quad (4)$$

Kết quả sẽ dẫn tới phương trình bậc 3 đối với $[H_3O^+]$.

- Sự gần đúng cấp 1:

Nếu dung dịch đủ kiềm thì $[H_3O^+] \ll [OH^-]$ và ta có thể bỏ qua $[H_3O^+]$ trước $[OH^-]$.

Từ (3) $[BH^+] \approx [OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$

Từ (4) $[B] = C_b - [BH^+] = C_b - \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$

Thay vào (1) và bằng các phép tính số học đơn giản ta đi tới phương trình bậc 2 đối với $[H_3O^+]$: $C_b [H_3O^+]^2 - K_{H_2O} [H_3O^+] - K_a K_{H_2O} = 0$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{Từ đó: } [H_3O^+] = \frac{K_{H_2O} \pm \sqrt{K_{H_2O}^2 + 4C_b K_a K_{H_2O}}}{2C_b} \quad (7)$$

Sự gần đúng cấp 2

Nếu bazơ rất yếu (K_a rất lớn) và nồng độ bazơ không quá nhỏ thì $[BH^+] \ll [B]$. Ta có thể bỏ qua $[H_3O^+]$ trước $[OH^-]$ và $[BH^+]$ trước $[B]$.

$$\text{Từ (3) và (4): } [BH^+] = [OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H_3O^+]}$$

$$C_b = [B]$$

$$\text{Thay vào (1) ta được: } K_a = \frac{C_b [H_3O^+]}{K_{H_2O} / [H_3O^+]} = \frac{C_b [H_3O^+]^2}{K_{H_2O}}$$

$$\text{Từ đó: } [H_3O^+] = \sqrt{K_a K_{H_2O} / C_b} \quad (8)$$

Thí dụ: Tính độ pH của dung dịch metylamin CH_3NH_2 0,2M? Cho biết rằng số điện li của axit $CH_3NH_3^+$ bằng $2 \cdot 10^{-11}$.

Giải

$$\text{Thay giá trị của } K_a \text{ và } C_b \text{ vào (7) ta được: } [H_3O^+] = 10^{-12}$$

$$pH = 12.$$

Nếu thay giá trị của K_a và C_b vào (8) ta cũng được:

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{-14}}{0,2}} = 10^{-12}$$

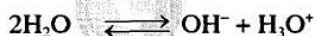
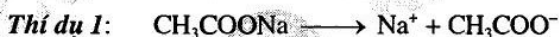
$$pH = 12$$

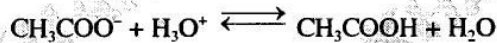
Trong trường hợp này sự gần đúng cấp 2 cũng được thỏa mãn.

e. Tính pH của các dung dịch muối

Nếu muối có chứa hoặc anion bazơ mạnh (axit liên hợp là axit yếu) hoặc cation axit mạnh (bazơ liên hợp là bazơ yếu) thì chúng sẽ tương tác với nước. Hiện tượng đó được gọi là sự thủy phân của muối. Trong các trường hợp này pH của dung dịch sẽ thay đổi. Từ đó ta thấy chỉ các loại muối sau mới bị thủy phân:

- Muối tạo thành bazơ mạnh và axit yếu (chứa anion bazơ mạnh).
- Muối tạo bởi axit mạnh và bazơ yếu (chứa cation axit mạnh).
- Muối tạo bởi axit yếu và bazơ yếu (chứa anion bazơ mạnh và cation axit mạnh).





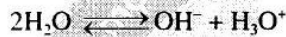
Trong trường hợp này dung dịch có phản ứng kiềm. Để tránh sự thủy phân của muối loại này phải thêm kiềm.

Bài toán tính pH của dung dịch muối loại này chính là bài toán pH của dung dịch bazơ yếu.



Dung dịch muối loại này có phản ứng axit. Để tránh thủy phân của các muối loại này cần phải thêm axit vào.

Tính pH của các dung dịch loại này tính giống như tính pH của các dung dịch axit yếu.



Có thể chứng minh được rằng:

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_1 + \text{pK}_2)$$

Với $\text{pK}_1 = -\lg K_1$

$$K_1 = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$\text{pK}_2 = -\lg K_2$

$$K_2 = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

g. Tính pH của dung dịch axit nhiều bậc

Các axit nhiều bậc thí dụ H_2S , H_2SO_3 , H_3PO_4 ... điện li theo nhiều nấc, nấc đầu tiên mạnh nhất, các nấc sau yếu dần.



$$K_1 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 10^{-7}$$



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$K_2 = \frac{[H_3O^+][S^{2-}]}{[HS^-]} = 10^{-13}$$

Việc tính pH của các dung dịch axit này phức tạp hơn vì có nhiều cân bằng liên tiếp. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp sự điện li của nấc thứ hai yếu hơn nấc thứ nhất rất nhiều nên trong sự gần đúng có thể bỏ qua sự điện li của nấc thứ hai, ba... Bài toán tính pH của dung dịch axit nhiều bậc trở về bài toán tính pH của dung dịch axit một bậc mà ta đã gặp ở trên.

h. Tính pH của dung dịch đệm axit HA (K_a) ⇌ A⁻ (muối)

$$pH = pK_a + \lg \frac{[\text{muối}]}{[\text{axit}]}$$

i. Tính pH của hệ dung dịch lưỡng tính

$$pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_{a1} + pK_{a2})$$

Thí dụ: Có thể tính pH của dung dịch NaHCO₃ bằng công thức:

$$pH = \frac{1}{2} (pK_1 + pK_2) = \frac{1}{2} (6,35 + 10,33) = 8,3.$$

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Tính pH của dung dịch thu được khi trộn lẫn các dung dịch sau:

- 10 ml dung dịch CH₃COOH 0,10M với 10 ml dung dịch HCl có pH = 4,00
- 25 ml dung dịch CH₃COOH có pH = 3,00 với 15 ml dung dịch KOH có pH = 11,00.
- 10 ml dung dịch CH₃COOH có pH = 3,00 với 10 ml dung dịch axit fomic (HCOOH) có pH = 3,00.

Biết K_a của CH₃COOH và HCOOH lần lượt là $10^{-4,76}$ và $10^{-3,75}$ (khi tính lấy tới chữ số thứ 2 sau dấu phẩy ở kết quả cuối cùng).

Phân tích và hướng dẫn giải

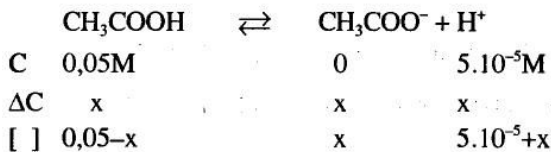
a) Dung dịch HCl có pH = 4,0 ⇒ $[H^+] = C_{HCl} = 10^{-4}M$

Sau khi trộn:

$$C_{HCl} = \frac{10^{-4} \cdot 10}{20} = 5 \cdot 10^{-5} M; C_{CH_3COOH} = \frac{0,1 \cdot 10}{20} = 0,05M$$



$$5 \cdot 10^{-5} M \quad 5 \cdot 10^{-5} M$$

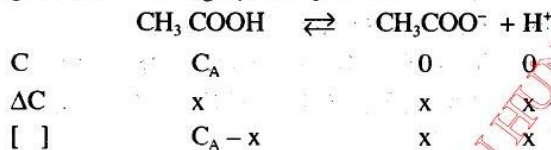


$$\frac{(5.10^{-5} + x)x}{0,05 - x} = 10^{-4,76}$$

$$\begin{cases} x = 8,881.10^{-4}\text{M} \text{ (nhận)} \\ x = -9,664.10^{-4}\text{M} \text{ (loại)} \end{cases}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(5.10^{-5} + x) = 3,02.$$

b. Gọi C_A là nồng độ mol của dung dịch CH_3COOH



Với $\text{pH} = 3,0 \Rightarrow x = 10^{-3}\text{M}$

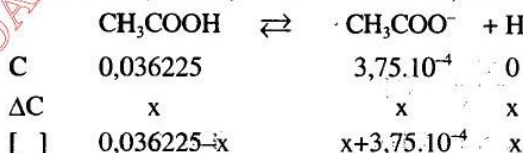
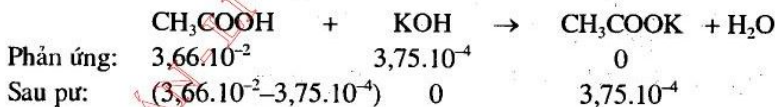
$$\frac{(10^{-3})^2}{C_A - 10^{-3}} = 10^{-4,76}$$

$$C_A = \frac{10^{-6}}{10^{-4,76}} + 10^{-3} = 10^{-1,24} + 10^{-3} \approx 0,0585\text{M}$$

$$\text{Dung dịch KOH có } \text{pH} = 11,0 \Rightarrow [\text{OH}^-] = C_{\text{KOH}} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}\text{M}$$

$$\text{Sau khi trộn: } C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,0585 \times 25}{40} = 0,03656\text{M} \approx 3,66.10^{-2}\text{M}$$

$$C_{\text{KOH}} = \frac{10^{-3} \times 15}{40} = 3,75.10^{-4}\text{M}$$



$$\text{Nên } K_a = x(x+3,75.10^{-4})/(0,036225-x) = 10^{-4,76} \rightarrow x = 6,211.10^{-4}$$

$$\text{Vậy } \text{pH} = 3,21.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

c. Tương tự với câu trên.

– Dung dịch CH_3COOH có $\text{pH} = 3,0$ ứng với $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,0585\text{M}$

– Dung dịch HCOOH có $\text{pH} = 3,0$ ứng với nồng độ axit fomic

$$C_{\text{HCOOH}} = \frac{(10^{-\text{pH}})^2}{K_{\text{HCOOH}}} + 10^{-\text{pH}} = \frac{10^{-6}}{10^{-3,75}} + 10^{-3} = 10^{-2,25} + 10^{-3} = 6,62 \cdot 10^{-3}\text{M}$$

Sau khi trộn lẫn:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,0585 \cdot 10}{20} = 0,02925\text{M}$$

$$C_{\text{HCOOH}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{20} = 3,31 \cdot 10^{-3}\text{M}$$

Bảo toàn điện tích: $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] + [\text{HCOO}^-]$

Ta có: $h = C_1 K_{a1} / (K_{a1} + h) + C_2 K_{a2} / (K_{a2} + h)$

$$\rightarrow h^3 + h^2 (K_{a1} + K_{a2}) + h (K_{a1} K_{a2} - C_1 K_{a1} - C_2 K_{a2}) - (C_1 K_{a1} K_{a2} + C_2 K_{a1} K_{a2}) = 0$$

Ta có $h = 9,997 \cdot 10^{-4}$.

Vậy $\text{pH} = 3,00$.

2. Ion Fe^{3+} (dd) là axit, phản ứng với nước theo cân bằng:



a) Xác định pH của dung dịch FeCl_3 10^{-3}M .

b) Tính nồng độ mol/lít của dung dịch FeCl_3 bắt đầu gây ra kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ và tính pH của dung dịch lúc bắt đầu kết tủa. Cho $T_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = 10^{-38}$, $K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

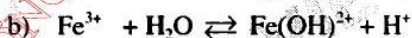


$$10^{-3} \quad 10^{-3}$$



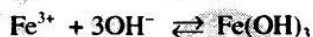
$$[] \quad 10^{-3}-x \quad x \quad x$$

$$K_a = \frac{x^2}{10^{-2} - x} = 10^{-2,2} \rightarrow x = 8,78 \cdot 10^{-4}$$



$$[] \quad C-x \quad x \quad x$$

$$K_a = \frac{x^2}{C-x} \quad (1)$$



$$\text{Ta có: } 10^{-38} = [\text{Fe}^{3+}] [\text{OH}^-]^3 \quad (2)$$

Từ (1), (2) $\rightarrow (C - x) = \frac{x^2}{K_a}$ thế vào (2):

$$\frac{x^2}{K_a} \left[\frac{K_{H_2O}}{x} \right]^3 = 10^{-38} \rightarrow \frac{1}{10^{-2.2}} \cdot \frac{1}{x} = 10^4$$

$\rightarrow x = 10^{-1.8} \rightarrow \text{pH} = 1,8.$

$$(C - x) = \frac{x^2}{K_a} \rightarrow C = 0,05566\text{M}.$$

3. Muối sắt (III) bị thủy phân theo phản ứng:

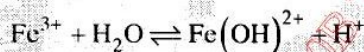
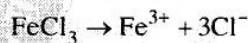


a) Tính pH của dung dịch FeCl_3 0,050M.

b) Tính pH mà dung dịch phải có để 95% muối sắt (III) không bị thủy phân.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Gọi x là số mol Fe^{3+} bị thủy phân:



Ban đầu: 0,050

Thủy phân: x x x

Cân bằng: 0,05-x x x

$$K = \frac{[\text{Fe}(\text{OH})^{2+}][\text{H}^+]}{[\text{Fe}^{3+}]} = \frac{x^2}{0,050 - x} = 4,0 \cdot 10^{-3}$$

$$\rightarrow x = [\text{H}^+] = 0,012 \text{ mol/lít}$$

$$\rightarrow \text{pH} = -\lg 0,012 = 1,921.$$

b. pH mà dung dịch phải có để 95% muối sắt (III) không bị thủy phân:

$$\text{Ta phải có: } \frac{[\text{Fe}(\text{OH})^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]} = \frac{5}{95}$$

Thế biểu thức trên vào biểu thức K

$$K = \frac{5}{95} \cdot [\text{H}^+] = 4,0 \cdot 10^{-3}$$

$$\rightarrow [\text{H}^+] = 7,6 \cdot 10^{-2} \rightarrow \text{pH} = 1,119$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

4. Biết K_a của CH_3COOH bằng $1,75 \cdot 10^{-5}$ hãy tính pH của các dung dịch sau:

- a) Dung dịch X gồm CH_3COOH 1M và HCl 0,001M.
 b) Dung dịch Y thu được khi trộn 25 ml dung dịch CH_3COOH có pH = 3,0 với 15 ml dung dịch KOH có pH = 11,0.

Phân tích và hướng dẫn giải

- a. Nồng độ H^+ ban đầu của HCl là $C_{\text{H}^+} = 10^{-3} \gg 10^{-7} \Rightarrow$ Bỏ qua cân bằng điện li của H_2O .



$$\text{C(M)}: \quad 1 \quad \quad 0 \quad \quad 10^{-3}$$

$$[\text{ } (\text{M})]: \quad 1-x \quad \quad x \quad \quad 10^{-3} + x$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(10^{-3} + x)x}{1-x} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

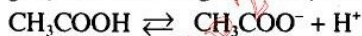
$$\Leftrightarrow x^2 + 1,0175 \cdot 10^{-3}x - 1,75 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$\text{Kết quả: } x_1 = 3,7053 \cdot 10^{-3}; \quad x_2 = -4,7228 \cdot 10^{-3} \text{ (loại)}$$

$$\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3} + 3,7053 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

$$\text{Kết quả: pH} = 2,3274.$$

- b. Gọi C_A là nồng độ mol của dung dịch CH_3COOH



$$\text{C} \quad \quad C_A \quad \quad 0 \quad \quad 0$$

$$[\text{ }] \quad C_A - x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$\text{Với pH} = 3,0 \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\frac{(10^{-3})^2}{C_A - 10^{-3}} = 10^{-4,76}$$

$$C_A = \frac{10^{-6}}{10^{-4,76}} + 10^{-3} = 10^{-1,24} + 10^{-3} \approx 0,0585 \text{ M}$$

$$\text{Dung dịch KOH có pH} = 11,0 \Rightarrow [\text{OH}^-] = C_{\text{KOH}} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Sau khi trộn: } C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,0585 \cdot 25}{40} = 0,03656 \text{ M}$$

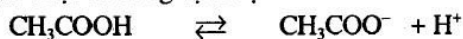
$$C_{\text{KOH}} = \frac{10^{-3} \cdot 15}{40} = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$



$$\text{Pư:} \quad 3,656 \cdot 10^{-2} \quad \quad 3,75 \cdot 10^{-4} \quad \quad 0$$

$$\text{Sau pư: } (3,656 \cdot 10^{-2} - 3,75 \cdot 10^{-4}) \quad \quad 0 \quad \quad 3,75 \cdot 10^{-4}$$

Dung dịch thu được là dung dịch đậm:



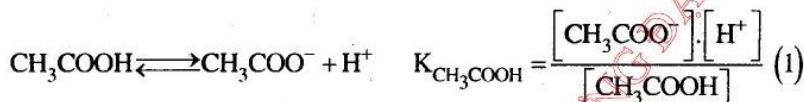
$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{CH}_3\text{COOH}} + \lg \frac{C_{\text{CH}_3\text{COOK}}}{C_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 4,75 + \lg \frac{3,75 \cdot 10^{-4}}{3,656 \cdot 10^{-2} - 3,75 \cdot 10^{-4}} = 3,21$$

5. Tính pH của dung dịch hỗn hợp CH_3COOH 0,5M và $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ 0,6M.

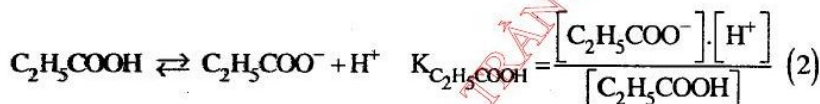
Biết hằng số phân li axit $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ và $K_{\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}} = 1,33 \cdot 10^{-5}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi nồng độ CH_3COOH điện ly là xM, nồng độ của $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ điện ly là yM.



Phân li: x x x (M)



Phân li: y y y (M)

⇒ Nồng độ của các chất và ion tại điểm cân bằng là:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = x \text{ (mol/l)}; [\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-] = y \text{ (mol/l)}$$

$$[\text{H}^+] = x + y \text{ (mol/l)}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5 - x \text{ (mol/l)}; [\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}] = 0,6 - y \text{ (mol/l)}$$

Do hằng số cân bằng của các axit quá nhỏ nên: $0,5 - x \approx 0,5$; $0,6 - y \approx 0,6$

Thay vào (1) và (2) ta được:

$$\begin{cases} \frac{x(x+y)}{0,5-x} = 1,75 \cdot 10^{-5} \\ \frac{y(x+y)}{0,6-y} = 1,33 \cdot 10^{-5} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{x(x+y)}{0,5} = 1,75 \cdot 10^{-5} \quad (3) \\ \frac{y(x+y)}{0,6} = 1,33 \cdot 10^{-5} \quad (4) \end{cases}$$

$$\text{Cộng (3) và (4) ta được } x(x+y) + y(x+y) = 0,5 \cdot 1,75 \cdot 10^{-5} + 0,6 \cdot 1,33 \cdot 10^{-5}$$

$$\Leftrightarrow (x+y)^2 = 16,73 \cdot 10^{-6} \Rightarrow (x+y) = 4,09 \cdot 10^{-3}$$

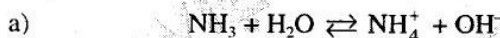
$$\Rightarrow [\text{H}^+] = x + y = 4,09 \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg (4,09 \cdot 10^{-3}) = 2,39$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

6. Hòa tan 0,1 mol NH_3 vào nước được 1 lít dung dịch A, độ điện li của NH_3 là 1,333%.

- Tính pH của dung dịch A.
- Tính hằng số bazơ của NH_3
- Hòa tan 0,09 mol HCl vào 1 lít dung dịch A. Tính pH dung dịch thu được.

Phân tích và hướng dẫn giải



Ban đầu: 0,1 0,1 0 (M)

Điện li: 0,1 α 0,1 α 0,1 α (M)

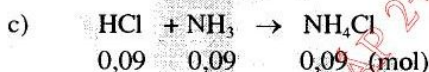
Cân bằng: 0,1-0,1 α 0,1 α 0,1 α (M)

$$[\text{OH}^-] = 0,1 \cdot 0,01333 = 1,333 \cdot 10^{-3} \text{ (M)}$$

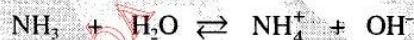
$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{1,333 \cdot 10^{-3}} = 7,50787546 \cdot 10^{-12} \text{ (M)}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 11,12448294.$$

$$\text{b) } K_b(\text{NH}_3) = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(1,333 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 \cdot 0,9867} = 1,800847174 \cdot 10^{-5}$$



Số mol NH_3 dư = 0,01 (mol)



Ban đầu: 0,01 0,09 0 (M)

Điện li: x x x (M)

Cân bằng: 0,01-x 0,09+x x (M)

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(0,09+x)x}{0,01-x} = 1,800840174 \cdot 10^{-5}$$

Giả sử $x \ll 0,09$; $x \ll 0,01$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = x = 1,99 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

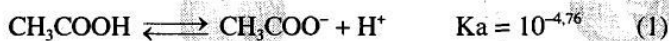
$$\Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{1,99 \cdot 10^{-6}} = 5,03 \cdot 10^{-9} \text{ (M)} \Rightarrow \text{pH} = 8,298432015.$$

7. Cho dung dịch CH_3COOH 0,01M (dung dịch A).

- Tính pH của dung dịch A.
 - Cho vào 1 lít dung dịch A 0,001 mol NaOH thì pH của dung dịch thu được bằng bao nhiêu?
- Biết $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-4,76}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Phương trình điện li:

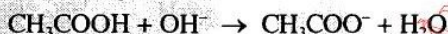

 $K_a \gg K_w \Rightarrow (1) \text{ là chủ yếu, bỏ qua } (2).$


$$\begin{array}{ccc} 0,01 & 0 & 0 \\ x & x & x \\ 0,01-x & x & x \end{array}$$

$$\Rightarrow \frac{x^2}{0,01-x} = 10^{-4,76} \Rightarrow x = 4,083 \cdot 10^{-4} \text{ (M)}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\lg(x) = 3,389.$$

2. Khi cho NaOH vào dung dịch A:



$$\begin{array}{ccc} 0,01 & 0,001 & \\ 0,009 & & 0,001 \end{array}$$

Dung dịch trở thành dung dịch đệm:

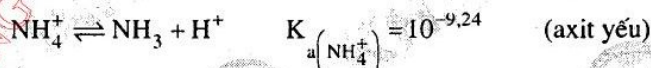
$$\Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{C_b}{C_a} = 4,76 + \lg \frac{0,001}{0,009} = 3,806$$

8. 1. So sánh pH của các dung dịch sau đây: NH_4HSO_4 0,1M; NH_4NO_3 0,1M; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,05M; $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 0,05M; $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,05M.

$$\text{Cho biết: } K_a(\text{NH}_4^+) = 10^{-9,24}; K_a(\text{HSO}_4^-) = 10^{-2}; K_2(\text{H}_2\text{S}) = 10^{-13}; K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10^{-10,33}$$

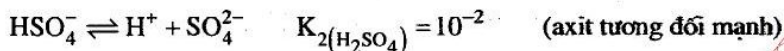
2. Cho A là dung dịch CH_3COOH 0,02M. Trộn 100 ml dung dịch A với 100 ml dung dịch NaHSO_4 0,1M thu được dung dịch B. Tính pH của dung dịch B và độ điện li của CH_3COOH trong dung dịch B.

$$\text{Cho: } K_a(\text{HSO}_4^-) = 10^{-2}; K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-4,75}$$

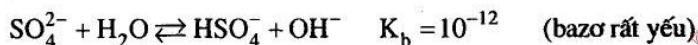
Phân tích và hướng dẫn giải1. Tất cả các dung dịch đều chứa chung gốc NH_4^+ với $C_{\text{NH}_4^+} = 0,1\text{M}$ 

→ Chỉ cần so sánh pH của các anion.

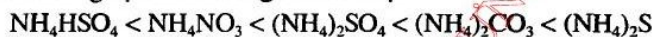
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



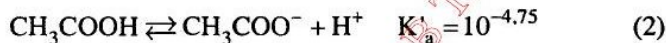
NO_3^- trung tính.



Vậy pH của các dung dịch muối tăng theo thứ tự:

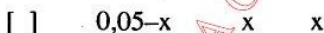


2. a). Thành phần giới hạn của dung dịch B: CH_3COOH 0,01M; HSO_4^- 0,05M



So sánh (1), (2), (3) ta thấy: $K_{a(\text{HSO}_4^-)} \cdot C_{\text{HSO}_4^-} \gg K'_a \cdot C_{\text{CH}_3\text{COOH}} \gg K_w$

→ Cân bằng (1) chiếm ưu thế:



$$K_a = \frac{x^2}{0,05-x} = 10^{-2} \rightarrow x = 0,018 \rightarrow \text{pH} = 1,745$$

Xét cân bằng (2): $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \quad K'_a = 10^{-4,75}$



$$K'_a = \frac{0,018y}{0,01-y} = 10^{-4,75} \rightarrow y = 9,87 \cdot 10^{-6}$$

$$\rightarrow \alpha = 9,87 \cdot 10^{-2}\% = 0,0987\%$$

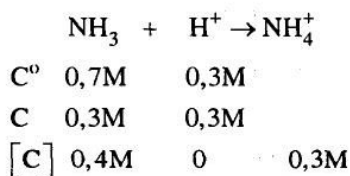
9. Trộn lẫn 7 ml dung dịch NH_3 1M và 3 ml dung dịch HCl 1M thu được dung dịch A. Thêm 0,001 mol NaOH vào dung dịch A thu được dung dịch B.

a) Xác định pH của các dung dịch A và B, biết $K_{b(\text{NH}_3)} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

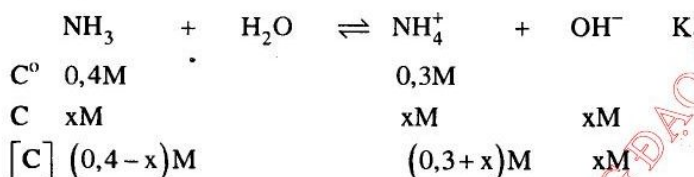
b) So với dung dịch A, giá trị pH của dung dịch B đã có sự thay đổi lớn hay nhỏ? Nguyên nhân của sự biến đổi lớn hay nhỏ đó là gì?

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Xét phản ứng của dung dịch NH_3 và dung dịch HCl :



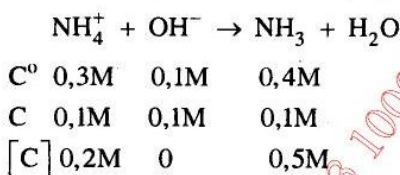
Vậy dung dịch A gồm các cấu tử chính là NH_3 0,4M, NH_4^+ 0,3M và Cl^-



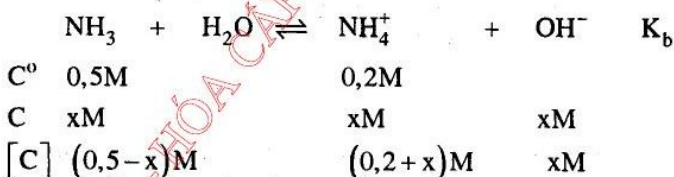
$$K = \frac{(0,3 + x) \cdot x}{(0,4 - x)} = 1,8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x \approx 2,4 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \text{pH}_A = 14 - [-\lg(2,4 \cdot 10^{-5})] = 9,4.$$

Khi thêm 0,001 mol NaOH vào dung dịch A có phản ứng:



Vậy dung dịch B gồm các cấu tử chính là NH_3 0,5M, NH_4^+ 0,2M và Cl^- .



$$K_b = \frac{(0,2 + x) \cdot x}{(0,5 - x)} = 1,8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x \approx 4,5 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \text{pH}_B = 14 - [-\lg(4,5 \cdot 10^{-5})] = 9,7.$$

- b) Sự khác biệt giá trị pH của dung dịch B so với dung dịch A là không lớn, do trong dung dịch A tồn tại một cân bằng axit - bazơ, cân bằng này có khả năng làm giảm (chống lại) tác động thay đổi nồng độ axit (H^+) hoặc bazơ (OH^-).

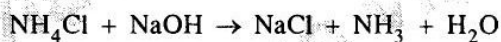
10. Tính pH của dung dịch thu được khi trộn lẫn 50,0 ml dung dịch NH_4Cl 0,200M với 75,0 ml dung dịch NaOH 0,100M. Biết $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, giả thiết NH_3 sinh ra không bị bay hơi khỏi dung dịch.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

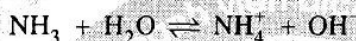
$$1. C_{\text{NH}_4\text{Cl}}^0 = \frac{0,050\text{L} \times 0,200\text{mol.L}^{-1}}{0,125\text{L}} = 0,08\text{M};$$

$$C_{\text{NaOH}}^0 = \frac{0,075\text{L} \times 0,100\text{mol.L}^{-1}}{0,125\text{L}} = 0,06\text{M}$$



0,08	0,06	
0,06	0,06	0,06
0,02	0	0,06

Xét cân bằng:



0,06		0,02	
x		x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(0,02+x)x}{0,06-x} = 1,8 \cdot 10^{-5},$$

$$\text{Gần đúng } x = 1,8 \cdot 10^{-5} \times \frac{0,06}{0,02} = 5,4 \cdot 10^{-5}\text{M}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 - \left[-\lg(5,4 \cdot 10^{-5}) \right] = 9,73.$$

11. Tính pH của dung dịch thu được khi thổi hết 224 ml khí CO_2 vào 200 ml dung dịch NaOH 0,05M, biết axit cacbonic có $\text{pK}_{a1} = 6,35$, $\text{pK}_{a2} = 10,33$.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{0,224}{22,4} = 0,01 \text{ (mol)}, n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ (mol)}$$

Vì số mol CO_2 và NaOH bằng nhau nên hệ chỉ chứa NaHCO_3 (nồng độ khoảng 0,05M). Có thể tính pH của hệ lưỡng tính này bằng công thức:

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_1 + \text{pK}_2) = \frac{1}{2}(6,35 + 10,33) = 8,3.$$

12. Dung dịch X gồm hai axit HCl 0,001M và CH_3COOH 0,1M

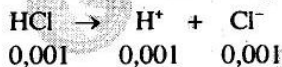
a) Tính pH của dung dịch X. Biết CH_3COOH có $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

b) Hòa tan 2,04 gam NaOH vào 1 lít dung dịch X thu được dung dịch Y. Tính pH của dung dịch Y.

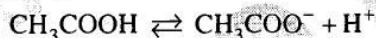
(Cho $\text{Na} = 23$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$)

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Ta có:



Gọi x là nồng độ $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ tại thời điểm cân bằng.



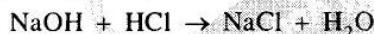
[] Bđ	0,01		0,001
[] Plí	x	x	x
[] Cb	$0,1-x$	x	$0,001+x$

$$\text{Ta có: } K_a = \frac{x \cdot (0,001 + x)}{0,1 - x} = 1,8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x = 9,2595 \cdot 10^{-4} \text{ (nhận)}$$

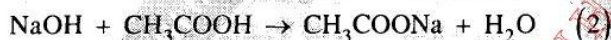
$$\Rightarrow [\text{H}^+] = 1,92595 \cdot 10^{-3} \text{ (mol/l)} \Rightarrow \text{pH} = 2,715.$$

b) Ta có: $n_{\text{NaOH}} = 0,051 \text{ (mol)}$

Các phương trình phản ứng:



$$0,001 \quad 0,001 \quad \quad \quad (\text{mol})$$



$$0,05 \quad 0,05 \quad 0,05 \quad (\text{mol})$$

Dung dịch sau phản ứng gồm: 0,05 mol CH_3COOH ; 0,05 mol CH_3COONa

Áp dụng: $\text{pH} = \text{p}K_a - \lg(C_A/C_B)$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\lg(1,8 \cdot 10^{-5}) - \lg(0,05/0,05) = 4,7447$$

13. Dung dịch A chứa CH_3COOH 0,1M. Biết K_a của $\text{CH}_3\text{COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$

a. Tính α của axit axetic và pH của dung dịch A.

b. Hòa tan 4,1 (g) CH_3COONa vào 500 ml dung dịch A, tính pH của dung dịch thu được.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{a. Ta có công thức: } \alpha \approx \sqrt{\frac{K}{C}}, \text{ thay số vào ta có } \alpha \approx \sqrt{\frac{1,75 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 1,32 \cdot 10^{-2}$$

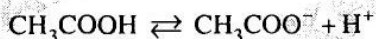
Với kết quả trên việc sử dụng công thức gần đúng là chấp nhận được.

$$\text{Vậy } [\text{H}^+] = \alpha \cdot C = 1,32 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{M} \rightarrow \text{pH} \approx 2,88.$$

$$\text{b. Ta có } C_M \text{ của } \text{CH}_3\text{COONa} = \frac{4,1}{82 \times 0,5} = 0,1 \text{M}$$



$$0,1 \text{M} \quad 0,1 \text{M}$$



Ban đầu:	0,1M	0,1M	0
Phân li:	$x \text{M}$	$x \text{M}$	$x \text{M}$
CB:	$0,1-x$	$0,1+x$	x

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học II – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{Ta có: } K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(0,1+x) \cdot x}{(0,1-x)} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightarrow x \approx 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ (M)} \rightarrow \text{pH} \approx 4,76$$

Chú ý: Có thể sử dụng công thức tính pH của dung dịch đệm.

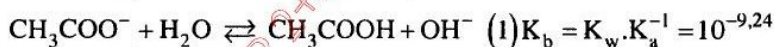
14. Tiến hành chuẩn độ dung dịch CH_3COOH 0,15M bằng dung dịch NaOH 0,10M, người ta lấy 10 ml mẫu cho vào bình tam giác và thêm 2–3 giọt dung dịch chất chỉ thị, sau đó nhỏ từ từ từng giọt dung dịch NaOH từ buret và lắc đều đến khi chỉ thị chuyển màu. Cho $\text{pK}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$.

- Tính pH tại điểm tương đương của phép chuẩn độ.
- Tính thể tích dung dịch NaOH đã thêm nếu sử dụng chất chỉ thị:
 - * Metyl da cam ($\text{pT} = 4,4$).
 - * Phenolphthalein ($\text{pT} = 9,0$).

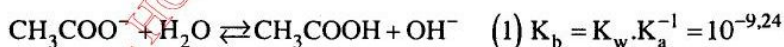
Phân tích và hướng dẫn giải

- Tại điểm tương đương: $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{CH}_3\text{COOH}} \Rightarrow V_{\text{ddNaOH}} = 15 \text{ ml}$

Dung dịch sau chuẩn độ chứa CH_3COONa 0,06M.



Vì $K_w \ll K_b \cdot C_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$ nên có thể bỏ qua cân bằng (2).



$$C^0 \quad 0,06\text{M} \quad \quad \quad 0 \quad \quad \quad 0$$

$$[] \quad (0,06-x) \quad \quad \quad x \quad \quad \quad x$$

$$K_b = x^2 / (0,06 - x) \Rightarrow x \approx 5,88 \cdot 10^{-6} \text{ M} \Rightarrow \text{pH}_{\text{td}} = 8,77.$$

- Trong dung dịch chứa cặp axit bazơ liên hợp HA/A^- có:

$$\alpha_{\text{HA}} = h / (K_a + h); \quad \alpha_{\text{A}^-} = K_a / (K_a + h) \quad (\text{trong đó } h = [\text{H}^+])$$

* Dùng chỉ thị metyl da cam ($\text{pT}_1 = 4,4$); tại thời điểm chuyển màu pH trong hệ bằng pT_1 :

$$\Rightarrow \alpha_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-4,76} : (10^{-4,4} + 10^{-4,76}) = 0,304$$

$$\Rightarrow n_{\text{NaOH}} = n_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \alpha_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot n_{\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ban đầu})} = 4,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_{\text{ddNaOH đã thêm}} = 4,56 \text{ ml.}$$

* Dùng chỉ thị phenolphthalein ($\text{pT}_2 = 9,0$); tại thời điểm chuyển màu pH trong hệ bằng pT_2 :

$$\Rightarrow \alpha_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 10^{-4.76} : (10^{-9.0} + 10^{-4.76}) \approx 1,0$$

$$\Rightarrow n_{\text{NaOH}} = n_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = \alpha_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot n_{\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ban đ\acute{a}u})} = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_{\text{dd NaOH đ\acute{a} thêm}} = 15,0 \text{ ml.}$$

Như vậy, dùng chất chỉ thị phenolphthalein thu được kết quả chính xác.

15. a. Dung dịch axit HA nồng độ 0,1M có pH = 2, dung dịch axit HB nồng độ 0,01M có pH = 3. Bằng tính toán, hãy chỉ ra axit nào mạnh hơn ?

b. Ở 25°C, các axit H_2CO_3 , H_2S có các hằng số phân li axit như sau:

$$\text{H}_2\text{CO}_3 : K_1 = 10^{-7}, K_2 = 10^{-11};$$

$$\text{H}_2\text{SO}_3 : K_1 = 10^{-2}, K_2 = 10^{-6};$$

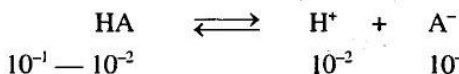
$$\text{H}_2\text{S} : K_1 = 10^{-7}, K_2 = 10^{-13}.$$

– Hãy so sánh pH của các dung dịch NaHCO_3 , NaHSO_3 , NaHS khi chúng đều có cùng nồng độ 0,1M.

– Bằng các phép tính, hãy kiểm tra lại trật tự sắp xếp trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Dung dịch HA có pH = 2 $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2}\text{M}$

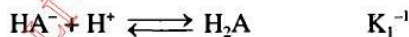
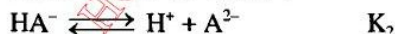


$$\text{Vậy } K_{a(\text{HA})} = \frac{10^{-4}}{10^{-1} - 10^{-2}} = \frac{10^{-2}}{9}$$

$$\text{Tương tự, tính được } K_{a(\text{HB})} = \frac{10^{-3}}{9}$$

Vậy $K_{a(\text{HA})} > K_{a(\text{HB})} \Rightarrow$ axit A mạnh hơn axit B.

b. Các axit H_2CO_3 , H_2SO_3 , H_2S đều là các điaxit, các muối mà bài ra cho đều là muối axit, có gốc axit là lưỡng tính, được kí hiệu chung là MHA.



Nếu K_2 càng lớn và K_1 càng lớn thì nồng độ H^+ càng lớn (quá trình 2 càng mạnh, 3 càng yếu) $\Rightarrow$ pH càng nhỏ.

Như vậy ta có pH của các dung dịch tăng theo thứ tự:

pH của $\text{NaHSO}_3 < \text{NaHCO}_3 < \text{NaHS}$.

– Bằng tính toán kiểm tra trật tự trên:

$$\text{Một cách gần đúng ta có: } \text{pH} = \frac{\text{p}K_1 + \text{p}K_2}{2}$$

Vậy ta có pH của các dung dịch trên lần lượt là:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{NaHSO}_3 = \frac{2+6}{2} = 4,$$

$$\text{NaHCO}_3 = 9$$

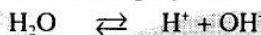
Và $\text{NaHS} = 10$ (Đúng với trật tự trên).

16. a) Tính pH của dung dịch HCl nồng độ $0,5 \cdot 10^{-7}$ mol/lít.

b) Tính pH của dung dịch X được tạo thành khi trộn 200 ml dung dịch HA 0,1M ($K_a = 10^{-3,75}$) với 200 ml dung dịch KOH 0,05M; pH của dung dịch X thay đổi như thế nào khi thêm 10^{-3} mol HCl vào dung dịch X.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) $[\text{H}^+] = 0,5 \cdot 10^{-7}$ M, do nồng độ nhỏ $\rightarrow$ phải tính đến cân bằng của H_2O



Theo định luật bảo toàn điện tích:

$$[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{H}^+] = 0,5 \cdot 10^{-7} + \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

$$\rightarrow [\text{H}^+]^2 - 0,5 \cdot 10^{-7} [\text{H}^+] - 10^{-14} = 0$$

$$\text{Giải được: } [\text{H}^+] = 1,28 \cdot 10^{-7} \rightarrow \text{pH} \approx 6,9.$$

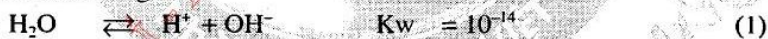
b. PTPƯ: $\text{KOH} + \text{HA} \rightarrow \text{KA} + \text{H}_2\text{O}$

$$0,01 \rightarrow 0,01 \rightarrow 0,01$$

Theo PTHH: HA còn dư = 0,01 mol

$$\text{Trong dung dịch X: } C_{\text{HA}} = C_{\text{KA}} = \frac{0,01}{0,4} = 0,025\text{M}$$

Xét các cân bằng sau:



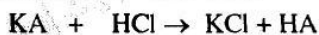
So sánh (1) với (2) $\rightarrow K_{\text{HA}} \gg K_w \rightarrow$ bỏ qua (1)

So sánh (2) với (3) $\rightarrow K_{\text{HA}} \gg K_{\text{HA}}^{-1} \rightarrow$ bỏ qua (3)

$\rightarrow$ dung dịch X là dung dịch đệm axit có:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{m}]}{[\text{ax}]} = 3,75 + \frac{0,1}{0,1} = 3,75$$

* Khi thêm 10^{-3} mol HCl :



$$0,001 \leftarrow 0,001 \rightarrow 0,001 \text{ (mol)}$$

$$[\text{HA}] = \frac{0,01 + 0,001}{0,4} = 0,0275\text{M}$$

$$\text{và } [KA] = \frac{0,01 - 0,001}{0,4} = 0,0225 \text{ M}$$

Dung dịch thu được vẫn là dung dịch đệm axit:

$$\text{Tương tự: } \text{pH} = 3,75 + \lg \frac{0,0225}{0,0275} = 3,66$$

17. Nguyên tử của nguyên tố R ở trạng thái cơ bản có tổng số electron ở các phân lớp s là 7.

a. Viết cấu hình electron nguyên tử của R ở trạng thái cơ bản, xác định tên nguyên tố R.

b. Với R có phân lớp 3d đã bão hòa, hòa tan hoàn toàn m gam một oxit của R trong dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng, dư sinh ra 0,56 lít (đktc) khí SO_2 là sản phẩm khử duy nhất. Toàn bộ lượng khí SO_2 trên phản ứng vừa đủ với 2 lít dung dịch KMnO_4 thu được dung dịch T (coi thể tích dung dịch không thay đổi).

– Viết các PTHH, tính m và tính nồng độ mol/l của dung dịch KMnO_4 đã dùng.

– Tính pH của dung dịch T (bỏ qua sự thủy phân của các muối).

Biết axit H_2SO_4 có $K_{a1} = +\infty$; $K_{a2} = 10^{-2}$

Phân tích và hướng dẫn giải

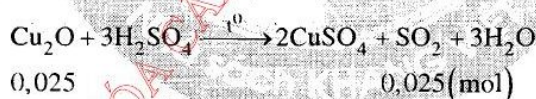
a. Trong vỏ nguyên tử của nguyên tố R electron phân bố vào các phân lớp s theo thứ tự là: $1s^2$; $2s^2$; $3s^2$; $4s^1 \Rightarrow$ Các cấu hình electron thỏa mãn là:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \Rightarrow Z = 19: \text{R là kali.}$$

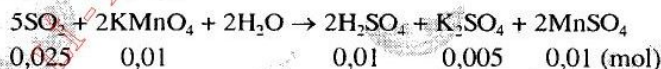
$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \Rightarrow Z = 24: \text{R là crom.}$$

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \Rightarrow Z = 29: \text{R là đồng.}$$

b. Vì oxit của Cu tác dụng với dung dịch axit sunfuric đặc nóng tạo ra khí SO_2 , do đó là đồng (I) oxit (Cu_2O): $n_{\text{SO}_2} = 0,025 \text{ (mol)}$

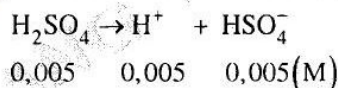


$$\Rightarrow m = 144 \cdot 0,025 = 3,6 \text{ (g)}$$



Nồng độ mol/l của dung dịch KMnO_4 là: $0,01/2 = 0,005 \text{ M}$

Phương trình điện li của axit sunfuric (nồng độ ban đầu của $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,005 \text{ M}$)



$$\text{C: } \begin{array}{cccc} 0,005 & & 0,005 & & 0,015/2 & & \text{(M)} \end{array}$$

$$[\text{I}]: \begin{array}{cccc} 0,005-x & & 0,005+x & & 0,0075+x & & \text{(M)} \end{array}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow \frac{(0,005 + x) \cdot (x + 0,0075)}{0,005 - x} = 10^{-2} \Rightarrow \begin{cases} x = 5,43 \cdot 10^{-4} \\ x < 0 \end{cases}$$

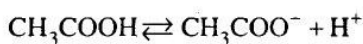
$$\Rightarrow [H^+] = 0,005 + 5,43 \cdot 10^{-4} = 54,43 \cdot 10^{-4} M \Rightarrow pH = 2,26.$$

18. Dung dịch X gồm CH_3COOH ($K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$) và HCl 0,001M. Tính pH của dung dịch X.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$0,001 \rightarrow 0,001 (M)$$



$$\text{Ban đầu:} \quad 1M \quad \quad \quad 0,001M$$



$$\text{Cân bằng:} \quad (1 - x) \quad \quad x \quad x + 0,001$$

$$K_a = \frac{x \cdot (x + 0,001)}{1 - x} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Giả thiết $x \ll 1 \Rightarrow 1 - x = 1$. Do đó:

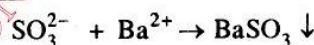
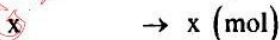
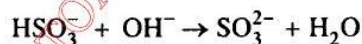
$$x \cdot (x + 0,001) = 1,75 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x = 3,71 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Vậy } pH = -\lg [H^+] = -\lg (x + 0,001) = 2,33.$$

19. Dung dịch X chứa các ion: Ba^{2+} , K^+ , HSO_3^- và NO_3^- . Cho 1/2 dung dịch X phản ứng với dung dịch $NaOH$ (dư), thu được 1,6275 gam kết tủa. Cho 1/2 dung dịch X còn lại phản ứng với dung dịch HCl (dư) sinh ra 0,28 lít SO_2 (đktc). Mặt khác, nếu cho dung dịch X tác dụng với 300 ml dung dịch $Ba(OH)_2$ có $pH = 13$ thì thu được 500 ml dung dịch có pH (bỏ qua sự điện li của H_2O) bằng bao nhiêu?

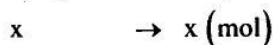
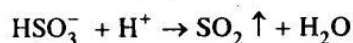
Phân tích và hướng dẫn giải

* X + dd $NaOH$ (dư):



$$\text{Ta có } x = 1,6275 / 217 = 0,0075 \text{ (mol)}$$

* X + dd HCl (dư)



$$\Rightarrow x = 0,25 / 22,4 = 0,0125 \text{ mol} > n_{\text{BaSO}_3}$$

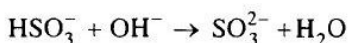
$$\Rightarrow n_{\text{Ba}^{2+}} = n_{\text{BSSO}_3} = 0,0075 \text{ mol}$$

$$\text{pH} = 13 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ M}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-14} / 10^{-13} = 10^{-1} \text{ M} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{OH}^-} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ (mol)}$$

$$\text{Trong dung dịch X có: } 0,0125 \cdot 2 = 0,025 \text{ mol HSO}_3^-$$



$$\text{Ban đầu: } \quad 0,025 \quad 0,03$$

$$\text{Phản ứng: } 0,025 \rightarrow 0,025 \rightarrow 0,025$$

$$\text{Còn: } \quad 0 \quad 0,005 \quad 0,025 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{0,005}{0,5} = 0,01 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 2 \Rightarrow \text{pH} = 14 - 2 = 12.$$

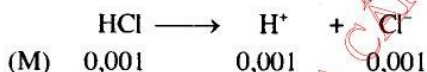
20. Dung dịch (X) gồm hai axit HCl 0,001 M và CH_3COOH 0,1M.

a) Tính pH của dung dịch X. Biết axit CH_3COOH có $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

b) Hòa tan 2,04 gam NaOH vào 1 lít dung dịch (X) thu được dung dịch (Y). Tính pH của dung dịch (Y).

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Dung dịch X gồm hai axit.



$$\Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(0,001 + x)x}{x}$$

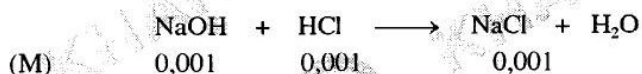
$$\text{Giả sử } x \ll 1 \Rightarrow x^2 + 0,001x - 1,8 \cdot 10^{-6} = 0.$$

$$\text{Giải phương trình bậc 2} \Rightarrow x = 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ (M)}.$$

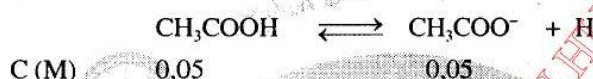
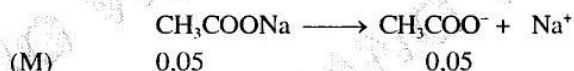
$$\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3} + 9,3 \cdot 10^{-4} = 1,93 \cdot 10^{-3} \text{ (M)} \rightarrow \text{pH} \approx 2,7.$$

$$\text{b) Ta có: } n_{\text{NaOH}} = \frac{2,04}{40} = 0,051 \text{ (mol); } C_{\text{NaOH}} = \frac{0,051}{1} = 0,051 \text{ (M)}.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Củ Thanh Toàn



Dung dịch Y gồm: NaCl (0,001M); CH₃COOH (0,05 M);
CH₃COONa (0,05 M).



$$\Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(0,05 + y)y}{0,05 - y} \Rightarrow \text{Giả sử } y \ll 0,05$$

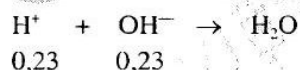
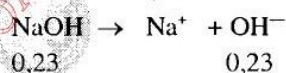
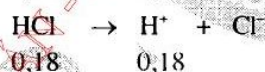
$$\Rightarrow y = 10^{-4,75} \text{ (M)} \longrightarrow \text{pH} = 4,75$$

21. Dung dịch A gồm có H₂SO₄ 0,05M và CH₃COOH 0,02M. Thêm NaOH vào dung dịch A đến nồng độ của NaOH bằng 0,23M thì dừng, ta thu được dung dịch A₁.

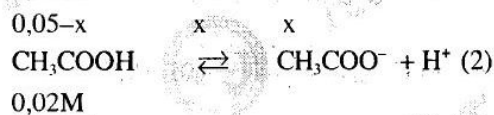
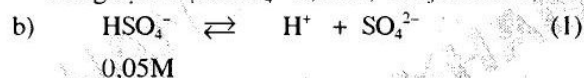
- Tính nồng độ các chất trong dung dịch A₁.
- Tính pH của dung dịch A₁.
- Tính độ điện ly của CH₃COOH trong dung dịch A₁.

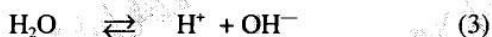
Cho: K_a(HSO₄⁻) = 10⁻²; K_a(CH₃COOH) = 10^{-4,75}

Phân tích và hướng dẫn giải



Dung dịch A₁: HSO₄⁻ 0,05M; CH₃COOH 0,02M; Na⁺ 0,23M; Cl⁻ 0,18M



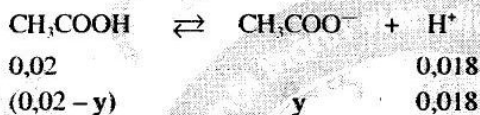


$$\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-2}}{10^{-4,75}} = 555 > 100 \Rightarrow \text{Cân bằng (1) là chủ yếu.}$$

$$K_{a1} \cdot C_{a1} = 10^{-2} \cdot 0,05 > 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{bỏ qua sự điện ly của } \text{H}_2\text{O}.$$

$$\frac{C_{a1}}{K_{a1}} = \frac{0,05}{10^{-2}} < 380$$

$$\text{Xét cân bằng (1): } K_{a1} = \frac{x^2}{0,05 - x} = 10^{-2} \Rightarrow x = 0,018 \text{ và } \text{pH} = -\lg 0,018 = 1,74.$$

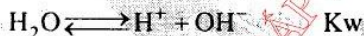
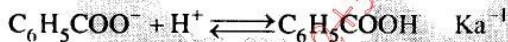
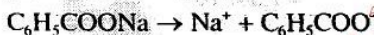


$$K_{a2} = \frac{0,018 \cdot y}{(0,02 - y)} = 10^{-4,76} \Rightarrow y = 1,93 \cdot 10^{-5} \text{ và } \alpha = 9,65 \cdot 10^{-2}\%.$$

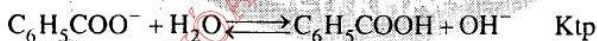
22. Tính pH của dung dịch natri benzoat $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ $2,0 \cdot 10^{-5}$ M. Biết hằng số axit của axit benzoic bằng $6,29 \cdot 10^{-5}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các quá trình xảy ra:

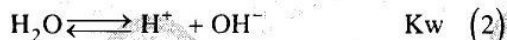
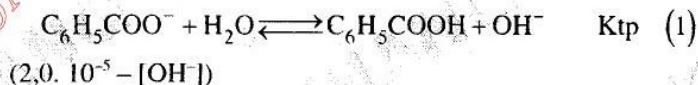


Tổ hợp 2 phương trình cho:



$$K_{tp} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{6,29 \times 10^{-5}} = 1,59 \times 10^{-10}$$

Do nồng độ đầu của $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ nhỏ; mặt khác hằng số của quá trình thủy phân không lớn hơn nhiều so với 10^{-14} nên phải tính đến sự điện ly của nước.



Theo định luật bảo toàn điện tích: $[\text{OH}^-] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] + [\text{H}^+]$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{hay } [C_6H_5COOH] = [OH^-] - [H^+] = [OH^-] - \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$$

Thay vào biểu thức hằng số cân bằng của (1):

$$K = \frac{[C_6H_5COOH][OH^-]}{[C_6H_5COO^-]} = \frac{\left([OH^-] - \frac{10^{-14}}{[OH^-]}\right) \times [OH^-]}{[C_6H_5COO^-]} = 1,59 \times 10^{-10}$$

$$\Rightarrow \frac{[OH^-]^2 - 10^{-14}}{2 \times 10^{-5} - [OH^-]} = 1,59 \times 10^{-10}$$

$$\Rightarrow [OH^-]^2 + 1,59 \times 10^{-10} [OH^-] - 13,18 \times 10^{-15} = 0$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 1,148 \times 10^{-7} \Rightarrow pOH = -\lg(1,148 \times 10^{-7}) = 6,94 \Rightarrow pH = 7,06.$$

Chú ý: Để tránh phải giải phương trình bậc ba, ta đã chấp nhận:

$$[C_6H_5COO^-] \approx 2 \cdot 10^{-5} - [OH^-]$$

Chính xác phải là: $[C_6H_5COO^-] = 2 \cdot 10^{-5} - [C_6H_5COOH]$.

Đặt $[OH^-] = x$. Ta có:
$$\frac{x^2 - 10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5} - \left(\frac{x^2 - 10^{-14}}{x}\right)} = 1,59 \cdot 10^{-10}$$

$$\Rightarrow x^3 + 1,59 \cdot 10^{-2} x^2 - (10^{-14} + 3,18 \cdot 10^{-15})x - 1,59 \cdot 10^{-24} = 0$$

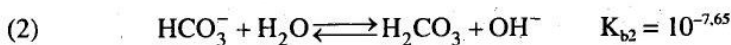
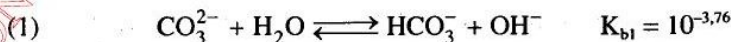
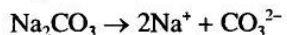
Giải phương trình bậc ba trên ta được nghiệm thỏa mãn là $x = 1,14785 \cdot 10^{-7}$.

$$\Rightarrow pOH = -\lg x = 6,94 \Rightarrow pH = 14 - 6,94 = 7,06.$$

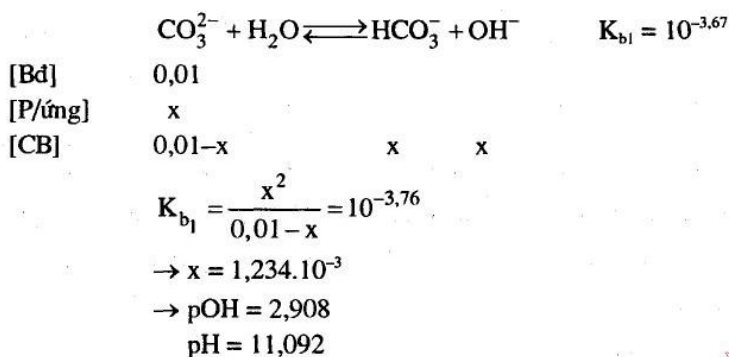
23. Tính nồng độ mol/l các ion và pH của dung dịch Na_2CO_3 0,01M? Biết CO_3^{2-} có $K_{b1} = 10^{-3,76}$, $K_{b2} = 10^{-7,65}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các quá trình xảy ra:



Vì $K_{b1} \gg K_{b2} \gg K_w$ nên cân bằng (1) là chủ yếu.



Nồng độ các ion trong dung dịch: $[\text{Na}^+] = 0,02\text{M}$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 0,01 - 1,234 \cdot 10^{-3} = 8,766 \cdot 10^{-3}\text{M}$$

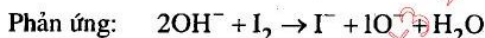
$$[\text{HCO}_3^-] = 1,234 \cdot 10^{-3}\text{M}$$

24. Ở 20°C hòa tan vào dung dịch NaOH nồng độ 0,016 g/lít một lượng iot đủ để phản ứng sau xảy ra hoàn toàn: $2\text{NaOH} + \text{I}_2 \rightarrow \text{NaI} + \text{NaIO} + \text{H}_2\text{O}$

Tính pH của dung dịch thu được. Biết hằng số axit của HIO = $2,0 \cdot 10^{-11}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Nồng độ đầu của } \text{OH}^- = \frac{0,016}{40} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol / lít}$$



$$4,0 \cdot 10^{-4} \quad 2,0 \cdot 10^{-4}$$



$$[\text{IO}^-] (2,9 \cdot 10^{-4} - x) \quad x \quad x \Rightarrow [\text{HIO}] = [\text{OH}^-]$$



$$\text{Ta có: } K_a = \frac{[\text{IO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HIO}]} = 2,0 \cdot 10^{-11} \Rightarrow \frac{[\text{IO}^-][\text{H}^+]}{[\text{OH}^-]} = 2,0 \cdot 10^{-11}$$

$$\Rightarrow \frac{(2,0 \cdot 10^{-4} - [\text{OH}^-]) \cdot [\text{H}^+]}{[\text{OH}^-]} = \frac{\left(2,0 \cdot 10^{-4} - \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}\right) \cdot [\text{H}^+]}{\frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}} = 2,0 \cdot 10^{-11}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow 2,0 \cdot 10^{-14} [H^+]^2 - 1,0 \cdot 10^{-14} [H^+] - 2,0 \cdot 10^{-25} = 0 \Rightarrow [H^+] = 6,53 \cdot 10^{-11}$$

$$\Rightarrow pH = -\lg [H^+] = -\lg (6,53 \cdot 10^{-11}) = 10,185$$

25. Sự có mặt của CO_3^{2-} , HCO_3^- , CO_2 trong dịch lỏng của cơ thể giúp sự ổn định pH trong máu ngay khi có sự thêm hoặc bớt nồng độ ion H^+ bởi tác động của con người. Trả lời những câu hỏi dưới đây ở điều kiện $25^\circ C$, cho $K_{a1}(H_2CO_3) = 4,2 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2}(HCO_3^-) = 4,7 \cdot 10^{-11}$.

a) Tính $[H^+]$ và pH của:

* Dung dịch H_2CO_3 0,033M, là dung dịch bão hòa ở $25^\circ C$.

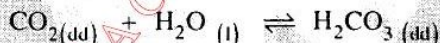
* Hỗn hợp dung dịch cùng nồng độ của H_2CO_3 và HCO_3^-

* Hỗn hợp dung dịch cùng nồng độ của HCO_3^- , CO_3^{2-} .

* Dung dịch có $[CO_3^{2-}] = 0,125M$

b) Dịch lỏng có pH bình thường là 7,4. Hãy xác định tỉ lệ các cấu tử có trong đó để có tác dụng đệm tốt nhất ở pH này.

c) Giá trị K_{a1} dựa trên quan điểm cho rằng CO_2 hòa tan trong nước cho ra H_2CO_3 . Tuy nhiên, những bằng chứng đưa ra gần đây đã cho biết tồn tại cân bằng theo phản ứng:



Khi nồng độ thực của $H_2CO_{3(dd)}$ được tính đến thì $K_{a1} = 2 \times 10^{-4}$. Xác định % CO_2 hòa tan ở dạng $H_2CO_{3(dd)}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) * Dung dịch bão hòa CO_2 ở $25^\circ C$ với nồng độ 0,033M:



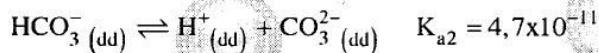
Mức độ phân li thứ hai quá bé nên có thể bỏ qua mà không ảnh hưởng đến kết quả; K_{a1} bé nên chấp nhận $[H_2CO_3] = 0,033M$.

$$K_{a1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{[H^+]^2}{0,033} = 4,2 \cdot 10^{-7} \Rightarrow pH = 3,93$$

* Hỗn hợp dung dịch cùng nồng độ của H_2CO_3 và HCO_3^- :

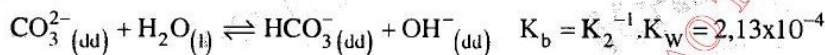
$$K_{a1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = [H^+] = K_1 = 4,7 \cdot 10^{-7} \Rightarrow pH = 6,33$$

* Hỗn hợp dung dịch cùng nồng độ của HCO_3^- , CO_3^{2-} : $[\text{HCO}_3^-] = [\text{CO}_3^{2-}]$



$$K_{a2} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} = [\text{H}^+] = 4,7 \times 10^{-11} \Rightarrow \text{pH} = 10,32$$

* Dung dịch có $[\text{CO}_3^{2-}] = 0,125\text{M}$:



[] (0,125 - x)

x

x

$$K_b = \frac{x^2}{0,125 - x} = \frac{1}{4,7 \times 10^{-11}} \cdot 10^{-14} = 2,13 \cdot 10^{-4} \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 14 - \lg[\text{OH}^-] = 14 - \lg(5 \times 10^{-3}) = 11,7$$

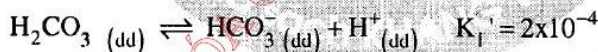
b) pH của dịch lỏng là 7,4 $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-7,4} = 3,98 \times 10^{-8} (\text{M})$

Thành phần của hệ đệm tốt nhất gồm H_2CO_3 và HCO_3^-

$$\text{Ta có: } K_{a1} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 3,98 \times 10^{-8} \cdot \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 4,2 \times 10^{-7}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{4,2 \times 10^{-7}}{3,98 \times 10^{-8}} = 10,5$$

c) $\text{CO}_2 (\text{dd}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{dd})$



$$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \quad \text{và} \quad K_{a1}' = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]'}$$

$$\Rightarrow \frac{K_{a1}'}{K_{a1}} = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]'} = \frac{2 \times 10^{-4}}{4,2 \times 10^{-7}} = 476$$

Như vậy, thực tế chỉ có khoảng 0,21% CO_2 hòa tan ở dạng $\text{H}_2\text{CO}_3 (\text{dd})$.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

26. Có một dung dịch HCl có pH = 2 và một dung dịch NaOH có pH = 13. Hỏi cần trộn chúng theo tỉ lệ thể tích thế nào để được dung dịch mới có pH = 10.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

Dung dịch HCl có pH = 2 $\rightarrow [H^+] = 10^{-2}M$

NaOH có pH = 13 $\rightarrow [H^+] = 10^{-13} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-13}} = 10^{-1}M$

Trộn lẫn 2 dung dịch sẽ có phản ứng: $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

$V(\text{dd HCl}) = X$ và $V(\text{dd NaOH}) = Y \Rightarrow n_{H^+} = 10^{-2}X$ và $n_{OH^-} = 10^{-1}Y$

Để cho dung dịch mới có pH = 10 $\Rightarrow [H^+] = 10^{-10}M \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4}M$

Vậy $[OH^-]_{\text{dư}} = 10^{-4}M$

Theo phương trình phản ứng thì n_{OH^-} đã phản ứng = $n_{H^+} = 10^{-2}X$

$\Rightarrow n_{OH^-} \text{ dư} = 10^{-1}Y - 10^{-2}X$

$V(\text{dd mới}) = X + Y$ (lít)

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-1}Y - 10^{-2}X}{X + Y} = 10^{-4} \Rightarrow \frac{X}{Y} = \frac{999}{101} = \frac{9,89}{1}$$

27. Hãy tính pH của dung dịch A gồm KCN 0,120M; NH_3 0,150M. Cho biết pK_a của HCN là 9,35; của NH_4^+ là 9,24.

Phân tích và hướng dẫn giải

Xét các cân bằng:



So sánh (1) $\rightarrow$ (3), điều kiện proton áp dụng cho (1) và (2):

$$[OH^-] = C_{KOH} + [HCN] + [NH_4^+]$$

$$\text{Đặt } [OH^-] = x \rightarrow x = 5.10^{-3} + \frac{K_{b1}[CN^-]}{x} + \frac{K_{b2}[NH_3]}{x}$$

$$\rightarrow x^2 - 5.10^{-3}x - (K_{b1}[CN^-] + K_{b2}[NH_3]) = 0$$

$$\text{Chấp nhận: } [CN^-] = C_{CN^-} = 0,12M; [NH_3] = C_{NH_3} = 0,15M$$

$$\rightarrow \text{Ta có: } x^2 - 5.10^{-3}x - 5,29.10^{-6} = 0$$

$$\rightarrow x = [OH^-] = 5,9.10^{-3}M = 10^{-2,23}M$$

$$\rightarrow [H^+] = 10^{-11,77}M.$$

$$\text{Kiểm tra: } [\text{CN}^-] = 0,12 \frac{10^{-9,35}}{10^{-9,35} + 10^{-11,77}} \approx 0,12\text{M};$$

$$[\text{NH}_3] = 0,15 \frac{10^{-9,24}}{10^{-9,24} + 10^{-11,77}} \approx 0,15\text{M}$$

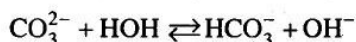
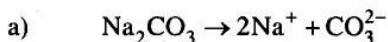
Vậy cách giải gần đúng trên có thể chấp nhận được $\rightarrow \text{pH} = 11,77$.

28. Cho các chất sau tan vào nước tạo thành các dung dịch riêng biệt:

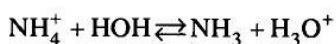
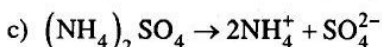
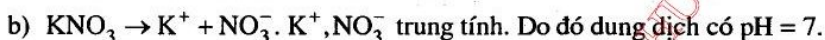
a) Na_2CO_3 ; b) KNO_3 ; c) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; d) KHSO_4 ; e) AlCl_3

Giải thích tính axit, bazơ và đánh giá pH của các dung dịch trên.

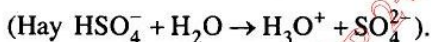
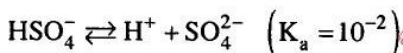
Phân tích và hướng dẫn giải



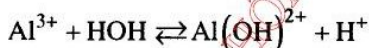
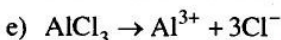
Kết quả tạo ra dung dịch có $\text{pH} > 7$.



Kết quả dung dịch có $\text{pH} < 7$



Vậy dung dịch có $\text{pH} < 7$

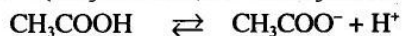


Vậy dung dịch có $\text{pH} < 7$.

29. Cho A là dung dịch CH_3COOH 0,2M, B là dung dịch CH_3COONa 0,2M. Trộn A với B theo tỉ lệ thể tích bằng nhau thu được dung dịch C. Tính pH của C và độ điện li α của CH_3COOH trong C. Biết $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Dung dịch C (CH_3COOH 0,1M và CH_3COONa 0,1M):



$$K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Cân bằng: 0,1-x

0,1+x x

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow \frac{(0,1+x) \cdot x}{0,1-x} = 1,75 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x = 1,749 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = -\lg(1,749 \cdot 10^{-5}) = 4,757$$

Độ điện li $\alpha = 1,749 \cdot 10^{-5} / 0,1 = 0,01747\%$.

- 30.** Tính lượng NaF có trong 100 ml dung dịch HF 0,1M; biết dung dịch có pH = 3, hằng số cân bằng K_a của HF là $3,17 \cdot 10^{-4}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

$C_{\text{HF}} = 0,1\text{M}$; $[\text{H}^+] = 10^{-3}\text{M}$, gọi nồng độ NaF trong dung dịch ban đầu là x .

$$\begin{array}{c} \text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^- \\ \text{[]} \quad (10^{-1} - 10^{-3}) \quad 10^{-3} \quad x + 10^{-3} \end{array}$$

$$3,17 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-3}(x + 10^{-3})}{10^{-1} - 10^{-3}} = \frac{10^{-3}(x + 10^{-3})}{99 \cdot 10^{-3}} = \frac{x + 10^{-3}}{99} \Rightarrow x + 10^{-3} = 313,83 \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow x = 303,83 \cdot 10^{-4} \Rightarrow n_{\text{NaF}} = 3,03 \cdot 10^{-4}$$

Khối lượng NaF là: $303,83 \cdot 42 \cdot 10^{-5} = 0,1276\text{g}$.

- 31.** Dung dịch A gồm các cation: NH_4^+ ; Na^+ ; Ba^{2+} và một anion X có thể là một trong các anion sau: CH_3COO^- ; NO_3^- ; SO_4^{2-} ; CO_3^{2-} ; PO_4^{3-} . Hỏi X là anion nào? Biết rằng dung dịch A có pH = 5.

Phân tích và hướng dẫn giải

X là NO_3^- vì NH_4NO_3 : môi trường axit pH < 7.

- 32.** Hoà tan 1(g) CH_3COONa và 0,51 (g) H_2SO_4 vào nước pha loãng dung dịch đến 100(ml) ở 25°C .

a) Tính pH của dung dịch thu được.

b) Tính pH sau khi thêm 10 ml dung dịch NH_3 1,04M vào dung dịch trên.

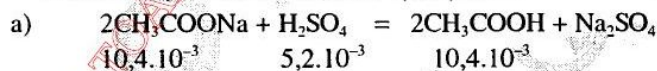
c) Tính nồng độ mol CH_3COO^- trong dung dịch mới.

Cho: $\text{pK}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \text{pK}(\text{NH}_3) = 4,76$

Phân tích và hướng dẫn giải

Số mol $\text{H}_2\text{SO}_4 = 5,2 \cdot 10^{-3}$ (mol);

Số mol $\text{CH}_3\text{COONa} = 12,2 \cdot 10^{-3}$ (mol)



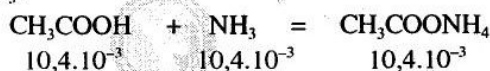
Ta thu được dung dịch đệm: CH_3COOH và CH_3COO^-

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 10,4 \cdot 10^{-2}\text{M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,8 \cdot 10^{-2}\text{M}$$

$$\text{Vậy: } \text{pH} = \text{pKa} + \lg \frac{C_m}{C_a} = 4,76 + \lg \frac{1,8 \cdot 10^{-2}}{10,4 \cdot 10^{-2}} = 4$$

b) Khi thêm NH_3 :



Ta thu được dung dịch gồm: 1 axit yếu (NH_4^+) và 1 bazơ yếu (CH_3COO^-).

$$10,4 \cdot 10^{-3} (\text{mol}) \text{NH}_4^+ \rightarrow [\text{NH}_4^+] = \frac{10,4 \cdot 10^{-3}}{0,11} \text{M}$$

$$12,2 \cdot 10^{-3} (\text{mol}) \text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{12,2 \cdot 10^{-3}}{0,11} \text{M}$$

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } [H^+] &= \sqrt{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot \frac{Ca}{Cb}} = \sqrt{10^{-4,76} \cdot \frac{10^{-14}}{10^{-4,76}} \cdot \frac{10,4 \cdot 10^{-3}}{12,2 \cdot 10^{-3}}} \\ &= 9,233 \cdot 10^{-8} \Rightarrow \text{pH} = 7,03 \end{aligned}$$

c) Ta có: số mol $\text{CH}_3\text{COO}^- = 12,2 \cdot 10^{-3} (\text{mol})$

$$\text{Vậy: } [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{12,2 \cdot 10^{-3}}{0,11} = 0,1109 \text{M}$$

33. Thêm 100 ml dung dịch có pH = 2 (gồm HCl và HNO_3) vào 100 ml dung dịch NaOH 0,1M. Tính pH của dung dịch thu được.

Phân tích và hướng dẫn giải:

$$\text{Dung dịch axit: pH} = 2 \Rightarrow [H^+] = 10^{-2} \text{M} \Rightarrow n_{H^+} = 0,1 \cdot 10^{-2} = 10^{-3} \text{mol}$$

$$\text{Dung dịch NaOH có } [OH^-] = 0,1 \text{M} \Rightarrow n_{OH^-} = 0,1 \cdot 0,1 = 10^{-2} \text{mol}$$

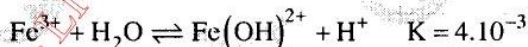


$$\Rightarrow H^+ \text{ hết, } OH^- \text{ dư. Số mol } OH^- \text{ dư là: } 10^{-2} - 10^{-3} = 9 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 0,045 \text{M}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\lg[H^+] = -\lg\left(\frac{10^{-14}}{0,045}\right) = 12,65$$

34. Muối sắt (III) thủy phân theo phản ứng:

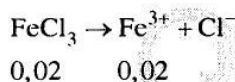


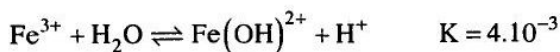
a) Tính pH dung dịch FeCl_3 0,02M

b) Tính pH mà dung dịch phải có để chỉ 5% muối sắt (III) bị thủy phân.

Phân tích và hướng dẫn giải:

a) Ta có $K_a(\text{Fe}^{3+}) = 4 \cdot 10^{-3} \gg 10^{-14}$ nên bỏ qua sự phân li của nước.

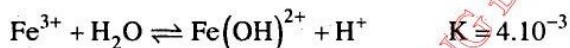


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

T: 0,02

[] (0,02 - x) x x

$$\text{Ta có: } K = \frac{x^2}{0,02 - x} = 4.10^{-3} \Rightarrow x = 7,165.10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 2,145.$$

b) Có 5% muối bị thủy phân (0,05 . 0,02 = 0,001M = 10^{-3} M bị thủy phân)

T: 0,02

[] (0,02 - 10^{-3}) 10^{-3}

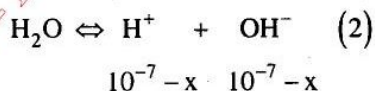
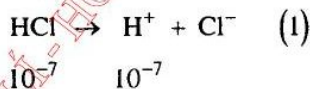
$$\text{Ta có: } K = \frac{[\text{H}^+].10^{-3}}{0,02 - 10^{-3}} = 4.10^{-3} \Rightarrow [\text{H}^+] = 0,076 \Rightarrow \text{pH} = 1,12$$

Vậy pH mà dung dịch phải có để chỉ có 5% muối sắt (III) bị phân hủy là 1,12.

35. Tính pH ở 25°C:

a) Dung dịch HCl 10^{-7} Mb) Dung dịch NaNO_2 0,1M, biết $K_{a(\text{HNO}_2)} = 5.10^{-6}$ c) Dung dịch AlCl_3 0,1M, biết hằng số thủy phân của AlCl_3 $K_1 = 1,12.10^{-5}$. Bỏ qua sự thủy phân bậc 2 và 3.**Phân tích và hướng dẫn giải**

a) Các quá trình xảy ra:



$$\text{Ta có: } [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$\Leftrightarrow (2.10^{-7} - x)(10^{-7} - x) = 10^{-14} \Leftrightarrow 2.10^{-14} - 10^{-7}x + x^2 = 10^{-14}$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 10^{-7}x + 10^{-14} = 0 \Rightarrow x_1 = x_2 = 5.10^{-8}$$

$$\Rightarrow [\text{H}^+] = 2.10^{-7} - x = 1,5.10^{-7}$$

Vậy: pH = 6,8239

b) $\text{NaNO}_2 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{NO}_2^- \quad (1)$



Ban đầu 0,1

Sau 0,1-x x x

$$\text{Ta có: } K_b = \frac{x^2}{0,1-x} \quad (*)$$

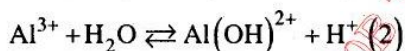
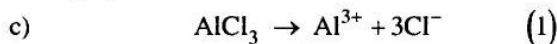
$$\text{Mặt khác: } K_b = \frac{10^{-14}}{K_a} = \frac{10^{-14}}{5.10^{-6}} = 2.10^{-9} \quad (**)$$

$$\text{Từ (*) và (**) ta có: } \frac{x^2}{0,1-x} = 2.10^{-9}$$

Giả sử: $x \ll 0,1$ Giải ra: $x = 1,41 \cdot 10^{-5} \ll 0,1$ (phù hợp)

$$\Rightarrow \text{pH} = -\lg \frac{10^{-14}}{1,41.10^{-5}} = 9,15$$

Vậy: pH = 9,15



Ban đầu 0,1

Sau 0,1-x x x

$$\text{Ta có: } \frac{x^2}{0,1-x} = 1,12.10^{-5}, \text{ giả sử } x \ll 0,1$$

$$\Rightarrow x^2 = 1,12.10^{-6} \Rightarrow x = 1,058.10^{-3} \ll 0,1 \text{ (chọn)}$$

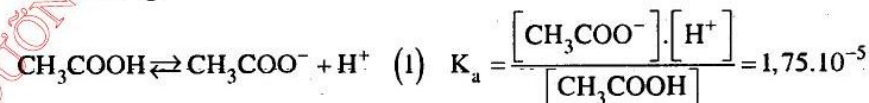
$$\Rightarrow \text{pH} = -\lg 1,058.10^{-3} = 2,975$$

Vậy: pH = 2,975

36. Cho 500 ml dung dịch HCl 0,2M tác dụng với 500 ml dung dịch CH_3COONa 0,22M được dung dịch X. Tính pH của dung dịch X (cho $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75.10^{-5}$).

Phân tích và hướng dẫn giảiNồng độ CH_3COOH trong dung dịch X: 0,1MNồng độ CH_3COONa trong dung dịch X: 0,01M

Xét cân bằng:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



Cân bằng chủ yếu là cân bằng (1)

$$\text{Có } [\text{H}^+] = 1,75 \cdot 10^{-5} \frac{0,1}{0,01} = 1,75 \cdot 10^{-4}$$

Vậy pH = 3,757.

37. Chuẩn độ 25 ml một dung dịch HClO 0,1M bằng dung dịch NaOH 0,175M. Tính pH tại điểm tương đương. Biết $pK_{\text{HClO}} = 7,53$.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Tại điểm tương đương: } \sum V_{\text{dd}} = 25 + 25(0,1 : 0,175) \approx 39,29 \text{ ml}$$

$$\Rightarrow C_{\text{muối NaClO}} = 0,1 \cdot 25 / 39,29 \approx 0,064 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 1/2 pK_w + 1/2 pK_a + 1/2 \lg C_{\text{muối}} \\ &= 7 + 1/2 \cdot 7,53 + 1/2 \lg 0,064 \approx 10,2 \end{aligned}$$

38. So sánh pH của các dung dịch sau: (1) NH_4Cl 0,1M; (2) NH_4HSO_4 0,1M; (3) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,05M; (4) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,05M.

Biết rằng: $\text{H}_2\text{S} : pK_1 = 7,0 ; pK_2 = 13 ; \text{HSO}_4^- : pK_a = 2$.

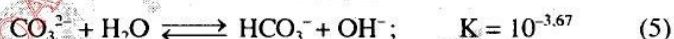
$\text{H}_2\text{CO}_3 : pK_1 = 6,275 ; pK_2 = 10,33$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các dung dịch này cùng nồng độ ion NH_4^+ là 0,1M nên ta để ý sự thủy phân của gốc axit:



Cl^- trung tính.

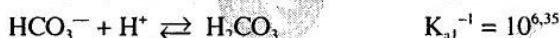
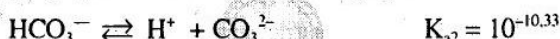
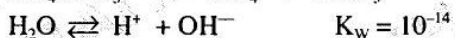


$$\Rightarrow \text{pH: } 2 < 1 < 3 < 5 < 4.$$

39. Tính pH của dung dịch NH_4HCO_3 0,1M.

Cho H_2CO_3 có $K_{a1} = 10^{-6,35}$, $K_{a2} = 10^{-10,33}$; NH_4^+ có $K_a = 10^{-9,24}$

Phân tích và hướng dẫn giải



Áp dụng điều kiện proton:

$$[H^+] = [OH^-] + [NH_3] + [CO_3^{2-}] - [H_2CO_3]$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[H^+]} + K_a \frac{[NH_4^+]}{[H^+]} + K_{a2} \frac{[HCO_3^-]}{[H^+]} - K_{a1}^{-1} [HCO_3^-] [H^+]$$

Ta có: $[NH_4^+] = [HCO_3^-] \approx C$.

$K_{a1} \ll C$; $K_w \ll K_a \cdot C \approx K_{a2} \cdot C$. Do đó:

$$[H^+]^2 \cdot (1 + K_{a1}^{-1} \cdot C) = K_a \cdot C + K_{a2} \cdot C$$

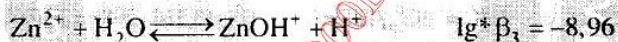
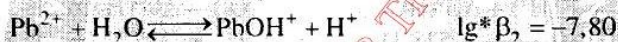
$$\text{Vì } K_{a1}^{-1} \cdot C = 10^{6,35} \cdot 0,1 \gg 1 \text{ nên } 1 + K_{a1}^{-1} \cdot C \sim K_{a1}^{-1} \cdot C.$$

$$\text{Do đó: } [H^+] = \sqrt{\frac{10^{-9,24} \cdot 10^{-1} + 10^{-10,33} \cdot 10^{-1}}{10^{6,35} \cdot 10^{-1}}} \approx 1,67 \cdot 10^{-8}$$

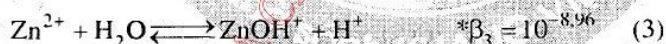
$$\text{Vậy } pH = -\lg[H^+] = -\lg(1,67 \cdot 10^{-8}) = 7,78.$$

40. Dung dịch A gồm $Fe(NO_3)_3$ 0,05M; $Pb(NO_3)_2$ 0,10M; $Zn(NO_3)_2$ 0,01M.

Tính pH của dung dịch A.

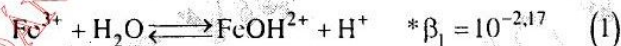


Phân tích và hướng dẫn giải



So sánh (1) $\rightarrow$ (4): $* \beta_1 \cdot C_{Fe^{3+}} \gg * \beta_2 \cdot C_{Pb^{2+}} \gg * \beta_3 \cdot C_{Zn^{2+}} \gg K_w$

$\rightarrow$ tính pH_A theo (1):



$C_{Fe^{3+}} = 0,05$

$[Fe^{3+}] = 0,05 - x$

x

x

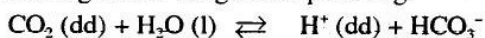
$$[H^+] = x = 0,0153M \rightarrow pH_A = 1,82$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

41. Ở 25°C và áp suất 1 atm độ tan của CO₂ trong nước là 0,0343 mol/l. Biết các thông số nhiệt động sau:

	ΔG^0 (kJ/mol)	ΔH^0 (kJ/mol)
CO ₂ (dd)	- 386,2	- 412,9
H ₂ O (l)	- 237,2	- 285,8
HCO ₃ ⁻ (dd)	- 578,1	- 691,2
H ⁺ (dd)	0,00	0,00

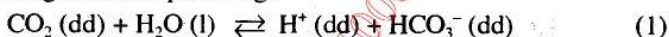
1. Tính hằng số cân bằng K của phản ứng:



2. Tính nồng độ của CO₂ trong nước khi áp suất riêng của nó bằng 4,4.10⁻⁴ atm và pH của dung dịch thu được.
3. Khi phản ứng hoà tan CO₂ trong nước đạt đến trạng thái cân bằng, nếu nhiệt độ của hệ tăng lên nhưng nồng độ CO₂ không đổi thì pH của dung dịch tăng hay giảm? Tại sao?

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Tính hằng số K của phản ứng:



$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{pr}}^0 &= \Delta G^0(\text{H}^+) + \Delta G^0(\text{HCO}_3^-) - \Delta G^0(\text{CO}_2) - \Delta G^0(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 0,0 + (-578,1) + 386,2 + 237,2 = 45,3 \text{ kJ/mol} \\ \Delta G_{\text{pr}}^0 &= RT \ln K \Rightarrow \ln K = \Delta G_{\text{pr}}^0 / RT = (45,3 \cdot 10^3) : (8,314 \cdot 298) = 18,284 \\ &\Rightarrow K = 1,15 \cdot 10^{-8} \end{aligned}$$

2. Tính nồng độ của CO₂ và pH của dung dịch.

$$[\text{CO}_2] = K \cdot P_{\text{CO}_2} = 0,0343 \cdot 4,4 \cdot 10^{-4} = 1,51 \cdot 10^{-5} \text{ (mol/l)}.$$

$$[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \quad (2)$$

Vì [CO₃²⁻] rất nhỏ nên có thể bỏ qua.

$$\text{Theo (1): } K = [\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-] : [\text{CO}_2] ; [\text{HCO}_3^-] = K [\text{CO}_2] : [\text{H}^+]$$

$$\text{Thay } [\text{HCO}_3^-] \text{ vào (2) được: } [\text{H}^+] = K [\text{CO}_2] : [\text{H}^+] + K_{\text{nước}} : [\text{H}^+]$$

$$\text{hay } [\text{H}^+]^2 = K [\text{CO}_2] + K_{\text{nước}} = 1,15 \cdot 10^{-8} \cdot 1,51 \cdot 10^{-5} + 10^{-14}$$

$$\text{Tính ra: } [\text{H}^+] = 4,32 \cdot 10^{-7} \Rightarrow \text{pH} = 6,37.$$

3. Khi phản ứng hoà tan CO₂ trong nước đạt đến trạng thái cân bằng, nếu nhiệt độ của hệ tăng lên nhưng nồng độ của CO₂ không đổi thì pH của dung dịch giảm:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{pr}}^0 &= \Delta H^0(\text{H}^+) + \Delta H^0(\text{HCO}_3^-) - \Delta H^0(\text{CO}_2) - \Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 0,0 + 691,2 + 412,9 + 285,8 = 7,5 \text{ kJ/mol.} \end{aligned}$$

Do $\Delta H_{\text{pr}}^0 > 0$, khi nhiệt độ tăng cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, do đó pH giảm.

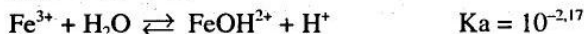
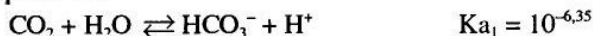
42. Một dung dịch có ba chất HCl, BaCl₂, FeCl₃ cùng nồng độ 0,0150M. Sục khí CO₂ vào dung dịch này cho đến bão hoà. Sau đó thêm từ từ NaOH vào dung dịch đến nồng độ 0,120M.

Cho biết: Nồng độ CO_2 trong dung dịch bão hoà là 3.10^{-2}M ; thể tích của dung dịch không thay đổi khi cho CO_2 và NaOH vào; các hằng số: pK_a của H_2CO_3 là 6,35 và 10,33; pK_s của $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là 37,5 và của BaCO_3 là 8,30; pK_a của Fe^{3+} là 2,17.

Tính pH của dung dịch thu được.

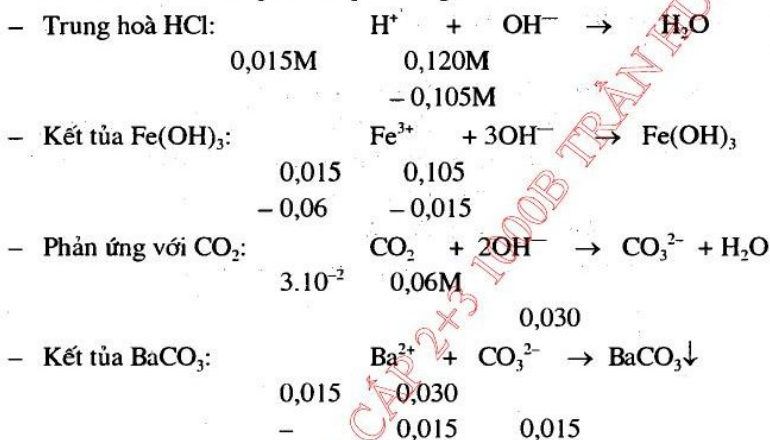
Phân tích và hướng dẫn giải

Khi cho khí CO_2 vào hỗn hợp gồm H^+ 0,0150M; Ba^{2+} 0,0150M; Fe^{3+} 0,0150M có các quá trình:



Dung dịch có môi trường axit mạnh (vì có HCl và Fe^{3+}), sự điện ly CO_2 là không đáng kể (vì nồng độ CO_3^{2-} vô cùng bé) nên không có kết tủa BaCO_3 tạo thành.

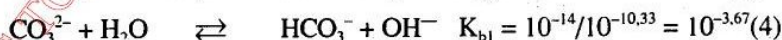
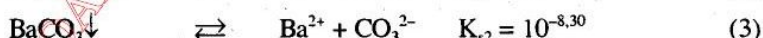
Khi thêm NaOH xảy ra các phản ứng:



Thành phần hỗn hợp kết tủa có: $\text{Fe}(\text{OH})_3$; BaCO_3
0,0150 mol 0,0150 mol

Trong dung dịch có: CO_3^{2-} 0,015M; Cl^- ; Na^+ ; H_2O

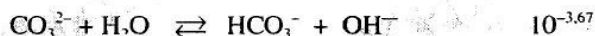
Các cân bằng xảy ra:



Sơ sánh cho thấy cân bằng (4) là cân bằng quyết định pH của dung dịch (vì OH^- do H_2O điện ly và do $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tan ra rất bé), nồng độ CO_3^{2-} do BaCO_3 tan ra không đáng kể (vì có dư CO_3^{2-} từ dung dịch).

Tính pH theo (4):

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



C: 0,015

[]: (0,015 - x)

x x

$$x^2/(0,015 - x) = 10^{-3,67} \rightarrow x = [\text{OH}^-] = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

→ pH = 11,23.

Kiểm tra lại bằng phép tính:

$$+ [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11,23}} \approx 10^{-3} \gg [\text{H}^+] \text{ (do đó } \text{H}_2\text{O} \text{ điện ly không đáng kể).}$$

$$+ [\text{Fe}^{3+}] = \frac{10^{-37,5}}{(10^{-3,67})^3} \approx 10^{-29} \text{ rất nhỏ, do đó } \text{OH}^- \text{ do } \text{Fe}(\text{OH})_3 \text{ tan ra không đáng kể.}$$

$$+ [\text{Ba}^{2+}] = \frac{10^{-8,3}}{(0,015 - 1,7 \cdot 10^{-3})} = 4,2 \cdot 10^{-7} \ll 0,015.$$

Vì vậy $[\text{CO}_3^{2-}]$ do BaCO_3 tan ra không đáng kể.

Vậy cách giải trên là chính xác.

43. a) Tính pH của dung dịch HCl nồng độ $0,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/lit}$.

b) Tính pH của dung dịch X được tạo thành khi trộn 200ml dung dịch HA 0,1M ($K_a = 10^{-3,25}$) với 200ml dung dịch KOH 0,05M; pH của dung dịch X thay đổi như thế nào khi thêm 10^{-3} mol HCl vào dung dịch X.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) $[\text{H}^+] \cdot 0,5 \cdot 10^{-7}$ do nồng độ nhỏ → phải tính đến cân bằng của H_2O :



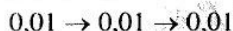
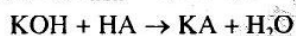
Theo định luật bảo toàn điện tích:

$$[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{H}^+] = 0,5 \cdot 10^{-7} + \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

$$\rightarrow [\text{H}^+]^2 - 0,5 \cdot 10^{-7} [\text{H}^+] - 10^{-14} = 0$$

Giải được: $[\text{H}^+] = 1,28 \cdot 10^{-7} \rightarrow \text{pH} \approx 6,9$.

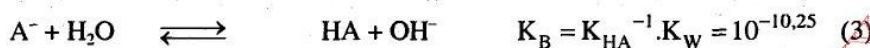
b) $n_{\text{HA}} = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ (mol)}$; $n_{\text{KOH}} = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01 \text{ (mol)}$



Theo phương trình HA còn dư = 0,01 (mol)

Trong dung dịch X: $C_{\text{HA}} = C_{\text{KA}} = \frac{0,01}{0,4} = 0,025 \text{M}$.

+) Xét các cân bằng sau:

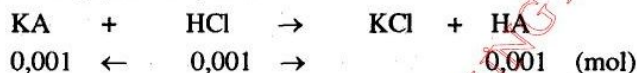


So sánh (1) với (2) $\rightarrow K_{\text{HA}} \gg K_w \rightarrow$ bỏ qua (1)

So sánh (2) với (3) $\rightarrow K_{\text{HA}} \gg K_B \rightarrow$ bỏ qua (3) $\rightarrow$ Dung dịch X là dung dịch

$$\text{đệm axit có } \text{pH} = \text{pK}_a + \lg \frac{[\text{mùi}]}{[\text{axit}]} = 3,75 + \lg \frac{0,1}{0,1} = 3,75$$

+) Khi thêm 10^{-3} mol (0,001 mol) HCl:



$$[\text{HA}] = \frac{0,01 + 0,001}{0,4} = 0,0275\text{M}$$

$$\text{và} \quad [\text{KA}] = \frac{0,01 - 0,001}{0,4} = 0,0225\text{M}$$

Dung dịch thu được vẫn là dung dịch đệm axit.

$$\text{Tương tự:} \quad \text{pH} = 3,75 + \lg \frac{0,0225}{0,0275} = 3,66.$$

44. Xét quá trình chuẩn độ V_1 (ml) dung dịch HF C_1 (M) bằng V_2 (ml) dung dịch NaOH C_2 (M).

(a) Thiết lập phương trình tính pH theo V_1 , C_1 , V_2 , C_2 và K (HF) tại điểm đầu, điểm giữa, điểm cuối điểm tương đương và sau điểm tương đương.

(b). Điền các giá trị pH theo giá trị V_2 trong bảng dưới đây, biết $V_1 = 10$ ml, $C_1 = 0,1\text{M}$, $C_2 = 0,1\text{M}$ và K (HF) = $6,3 \cdot 10^{-4}$.

V_2	0	2	4	5	6	8	9	9,9	10	10,1	12
pH											

(c) Vẽ đồ thị biểu diễn quan hệ pH và V_2 .

Phân tích và hướng dẫn giải

(a) Phương trình tính pH:

– Điểm đầu, dung dịch axit yếu HF có:

$$\text{pH} = -\lg(\sqrt{KC_1})$$

– Giữa điểm đầu và điểm tương đương, hệ là một dung dịch đệm axit gồm HF và

$$\text{NaF có:} \quad \text{pH} = \text{pK} + \lg \left(\frac{C_1 V_1 - C_2 V_2}{C_2 V_2} \right)$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

– Tại điểm tương đương, dung dịch bazơ yếu NaF có:

$$\text{pH} = 14 + \lg \left(\sqrt{\frac{10^{-14}}{K} \times \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2}} \right)$$

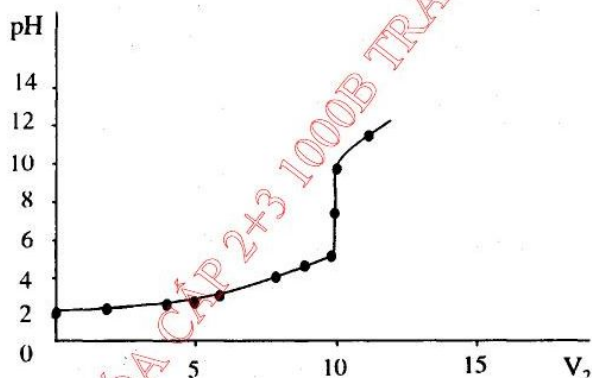
– Sau điểm tương đương, hệ là hỗn hợp bazơ mạnh và bazơ yếu, được coi như là của bazơ mạnh có:

$$\text{pH} = 14 + \lg \left(\frac{C_2 V_2 - C_1 V_1}{V_1 + V_2} \right)$$

(b) Bảng giá trị:

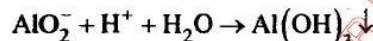
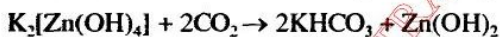
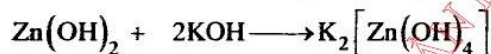
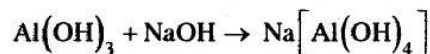
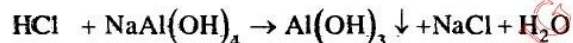
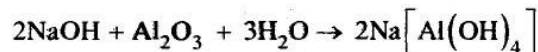
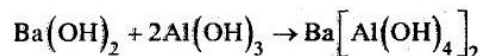
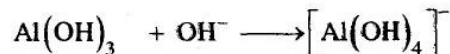
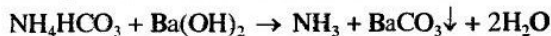
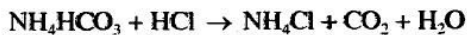
V_2	0	2	4	5	6	8	9	9,9	10	10,1	12
pH	2,1	2,6	3,0	3,2	3,4	3,8	4,2	5,2	7,9	10,7	12,0

(c) Đồ thị:



Chuyên đề 3. CHẤT LƯỢNG TÍNH

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

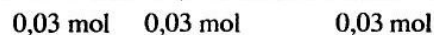
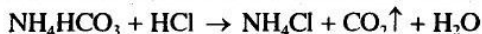
1. Hoà tan m gam NH_4HCO_3 vào 120 ml dung dịch HCl 0,25M thấy thoát ra V lít khí (đktc). Phản ứng xong, đổ lượng dư dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào dung dịch tạo thành, được a gam kết tủa.

Mặt khác, khi đun nóng nhẹ m gam NH_4HCO_3 với lượng dư dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ thì sau khi phản ứng kết thúc thu được một dung dịch có khối lượng nhỏ hơn khối lượng của dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đã dùng là 6,75 gam. Giả thiết các phản ứng xảy ra hoàn toàn, lượng nước bị bay hơi trong quá trình thí nghiệm là không đáng kể.

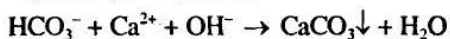
Hãy xác định m, a, V.

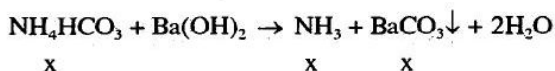
Phân tích và hướng dẫn giải

Khi cho dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào thấy kết tủa nên NH_4HCO_3 dư, HCl hết:



$$V = V(\text{CO}_2) = 0,03 \cdot 22,4 = 0,672 \text{ lít.}$$



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Gọi số mol của NH_4HCO_3 ban đầu là x mol.



$$197x + 17x - 79x = 6,75$$

$$\rightarrow x = 0,05 \text{ mol}$$

Vậy: $m(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 0,05 \cdot 79 = 3,95 \text{ gam} = m.$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,02 \cdot 100 = 2 \text{ gam} = a.$$

2. Nhỏ từ từ 25 gam dung dịch HCl 14,6% vào dung dịch chứa 11,04 gam K_2CO_3 , sau đó cho thêm vào dung dịch 0,04 mol Ba(OH)_2 . Tính tổng khối lượng các muối trong dung dịch thu được sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra ta có:

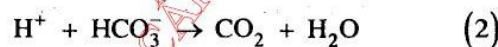
$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{Cl}^-} = 0,1 \text{ mol}; n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,08 \text{ mol}; n_{\text{K}^+} = 0,16 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,04 \text{ mol}; n_{\text{OH}^-} = 0,08 \text{ mol}$$

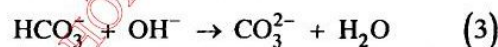
Xét từng quá trình:



$$0,08 \quad 0,08 \quad 0,08$$



$$0,02 \quad 0,02 \quad 0,02$$



$$0,06 \quad 0,06 \quad 0,06$$



$$0,04 \quad 0,04 \quad 0,04$$

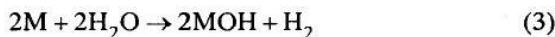
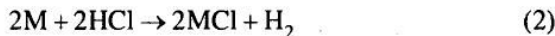
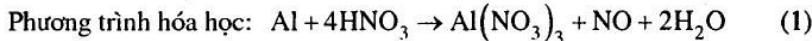
Trong dung dịch sau phản ứng còn lại: 0,1 mol Cl^- ; 0,16 mol K^+ ; 0,02 mol OH^- và 0,02 mol CO_3^{2-} .

$$\text{Khối lượng muối} = (0,1 \cdot 35,5) + (0,16 \cdot 39) + (0,02 \cdot 60) = 10,21 \text{ gam}.$$

3. Hòa tan hoàn toàn 1,62 gam nhôm vào 280 ml dung dịch HNO_3 1M được dung dịch A và khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Mặt khác, cho 7,35 gam hai kim loại kiềm thuộc hai chu kì liên tiếp vào 500 ml dung dịch HCl, được dung dịch B và 2,8 lít khí H_2 (đktc). Khi trộn dung dịch A vào dung dịch B thấy tạo thành 1,56 gam kết tủa.

a) Xác định tên hai kim loại kiềm.

b) Tính nồng độ mol/l của dung dịch HCl đã dùng.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ban đầu: số mol Al: 0,06 mol; số mol HNO_3 : 0,28 mol

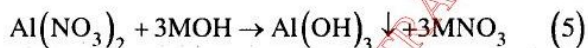
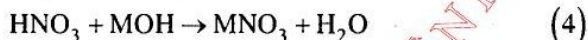
Sau phản ứng HNO_3 còn dư: 0,04 mol

Khi cho hỗn hợp hai kim loại kiềm vào dung dịch HCl thì xảy ra phản ứng (2) và có thể có phản ứng (3):

a) Theo PTHH: số mol M = số mol $\text{H}_2 = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow \bar{M} = 29,4$

Vì hai kim loại kiềm thuộc hai chu kì liên tiếp nên Na, K thỏa mãn ($23 < 29,4 < 39$)

Khi trộn hai dung dịch A và B có kết tủa tạo ra chứng tỏ ban đầu có phản ứng (3), ta có phương trình hóa học:



Số mol kết tủa: $\text{Al}(\text{OH})_3 = 0,02 \text{ mol}$ nhỏ hơn số mol $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

Nên có 2 khả năng:

+) **Trường hợp 1:** $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ còn dư.

Số mol $\text{MOH} = 0,04 + 0,02 \cdot 3 = 0,1 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ Số mol M phản ứng (2) = $0,25 - 0,1 = 0,15 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ Số mol HCl = $0,15 \text{ mol} \Rightarrow C_M(\text{HCl}) = 0,3\text{M}$.

+) **Trường hợp 2:** MOH còn dư, $\text{Al}(\text{OH})_3$ tan trở lại một phần:



Số mol $\text{Al}(\text{OH})_3 \text{ tan} = 0,06 - 0,02 = 0,04 \text{ mol}$.

Từ các phương trình (4, 5, 6) ta có:

Số mol $\text{MOH} = 0,04 + 0,06 \cdot 3 + 0,04 = 0,26 \text{ mol}$ (loại, vì lớn hơn số mol M ban đầu).

4. Cho dung dịch hỗn hợp X gồm HCl 1M và AlCl_3 1,5M. Tính thể tích dung dịch hỗn hợp NaOH 1M và KOH 2M nhiều nhất cần dùng để khi cho vào 100 ml dung dịch X thì thu được 7,8 gam kết tủa.

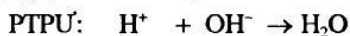
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HCl}} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 (\text{mol}) = n_{\text{H}^+}$

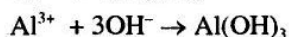
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$n_{\text{Al}^{3+}} = n_{\text{AlCl}_3} = 0,1.1,5 = 0,15(\text{mol}) ; n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{7,8}{78} = 0,1(\text{mol})$$

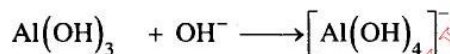
Vì $n_{\text{Al}(\text{ClCl}_3)} > n_{\text{Al}(\text{Al}(\text{OH})_3)} \Rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ sinh ra đã bị hoà tan một phần (để tính lượng OH^- lớn nhất).



$$0,1 \rightarrow 0,1 (\text{mol})$$



$$0,15 \rightarrow 0,45 \rightarrow 0,15 (\text{mol})$$



$$(0,15 - 0,1) \rightarrow 0,05$$

$$\text{Vậy } n_{\text{OH}^- (\text{max})} = 0,1 + 0,45 + 0,05 = 0,6(\text{mol})$$

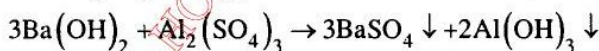
$$\Rightarrow V = \frac{0,6}{1+2} = 0,2 (\text{lít}) = 200 (\text{ml}).$$

5. Cho 500 ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M vào V ml dung dịch $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,1M; sau khi các phản ứng kết thúc thu được 12,045 gam kết tủa. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,5.0,1 = 0,05 (\text{mol})$$

* **TH1:** Chỉ xảy ra phản ứng:

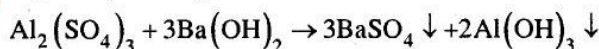


$$0,05 \rightarrow 0,05 \rightarrow 0,1/3$$

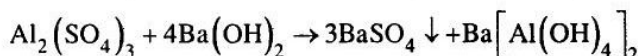
(Để chỉ xảy ra phản ứng trên, tức là chưa có phản ứng hoà tan bột kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ thì $\text{Ba}(\text{OH})_2$ phải hết).

$$\Rightarrow m(\text{kết tủa}) = 0,05.233 + (0,1/3).78 = 14,25(\text{g}) (\neq 12,045\text{g} \Rightarrow \text{loại}).$$

* **TH2:** Xảy ra 2 phản ứng:



$$x \rightarrow 3x \rightarrow 3x \rightarrow 2x$$



$$y \rightarrow 4y \rightarrow 3y$$

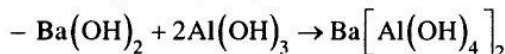
$$\text{Theo bài ra, ta có: } 3x + 4y = 0,05$$

$$(3x + 3y).233 + 2x.78 = 12,045$$

$$\Rightarrow x = 0,01; y = 0,005 \Rightarrow \text{Số mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = x + y = 0,015 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy } V = \frac{n \cdot 1000}{C_M} = \frac{0,015 \cdot 1000}{0,1} = 150 (\text{ml})$$

Chú ý: – Kết tủa gồm $\text{Al}(\text{OH})_3$ và BaSO_4 .

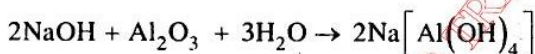
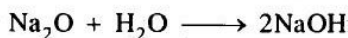


6. Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp gồm Na_2O và Al_2O_3 vào nước thu được dung dịch X trong suốt. Thêm từ từ dung dịch HCl 1M vào X, khi hết 100 ml thì bắt đầu xuất hiện kết tủa; khi hết 300 ml hoặc 700 ml thì đều thu được a gam kết tủa. Tính giá trị của a và m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HCl}} = 0,1$ (mol); $n_{\text{HCl}} = 0,3$ (mol); $n_{\text{HCl}} = 0,7$ (mol).

Đặt số mol Na_2O ; Al_2O_3 lần lượt là x, y (mol).



$\Rightarrow$ Dung dịch X chỉ có $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ hoặc có đồng thời $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ và NaOH dư.

Theo bài ra, khi cho HCl vào X chưa tạo ra kết tủa ngay $\Rightarrow$ X có NaOH (và $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$).

Trong X có 2y mol $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ và $(2x - 2y)$ mol Na .

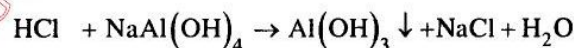
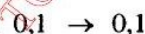
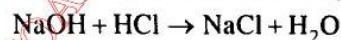
* Để thu được kết tủa cân trung hòa hết NaOH trong Y:



$$\Rightarrow 2x - 2y = 0,1 \Rightarrow x - y = 0,05 \quad (1)$$

(Số mol NaOH trong X bằng 0,1 mol)

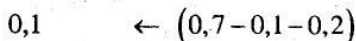
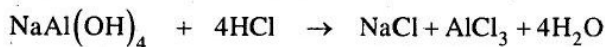
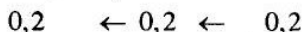
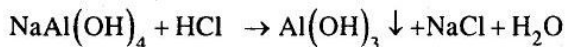
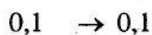
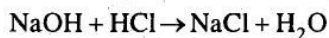
* Để thu được a (gam) kết tủa với lượng HCl ít nhất;



$$\Rightarrow a = 0,2 \text{ mol Al}(\text{OH})_3 \downarrow$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

- * Để thu được a (g) kết tủa với lượng HCl lớn nhất:



$$\Rightarrow 2y = 0,2 + 0,1 = 0,3 \Rightarrow y = 0,15 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow x = 0,2; y = 0,05$$

$$\text{Vậy } a = 0,2.78 = 15,6(\text{g})$$

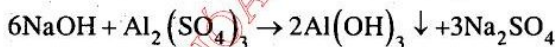
$$m = 0,2.62 + 0,15.102 = 27,7(\text{g})$$

7. Hoà tan hết m gam $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ vào nước được dung dịch A. Cho 300 ml dung dịch NaOH 1M vào A, thu được a gam kết tủa. Mặt khác, nếu cho 400 ml dung dịch NaOH 1M vào A, cũng thu được a gam kết tủa. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

- * **Thí nghiệm 1:** $n_{\text{NaOH}} = 0,3.1 = 0,3(\text{mol})$

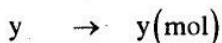
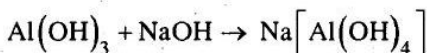
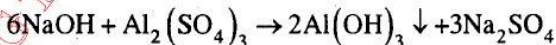
Trong thí nghiệm này: NaOH hết, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (dư).



$$\Rightarrow a = 0,1.78 = 7,8(\text{g})$$

- * **Thí nghiệm 2:** $n_{\text{NaOH}} = 0,4.1 = 0,4(\text{mol})$

Trong thí nghiệm này: NaOH, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ đều hết; $\text{Al}(\text{OH})_3$ bị hoà tan một phần.



$$\text{Ta có: } \begin{cases} 6x + y = 0,4 \\ 2x - y = 0,1 \end{cases}$$

Giải ra được: $x = 0,0625$ ($y = 0,025$)

Vậy $m = 0,0625.342 = 21,375$ (g)

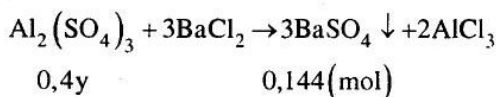
8. Cho 400 ml dung dịch E gồm AlCl_3 x mol/lít và $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y mol/lít tác dụng với 612 ml dung dịch NaOH 1M, sau khi các phản ứng kết thúc thu được 8,424 gam kết tủa. Mặt khác, khi cho 400 ml E tác dụng với dung dịch BaCl_2 (dư) thì thu được 33,552 gam kết tủa. Xác định x, y .

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{AlCl}_3} = 0,4x$ (mol); $n_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,4y$ (mol); $n_{\text{NaOH}} = 0,612$ (mol)

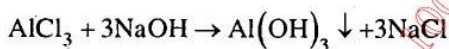
$$n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 8,424 / 78 = 0,108 \text{ (mol)}; n_{\text{BaSO}_4} = 0,144 \text{ (mol)}$$

* Tìm y :

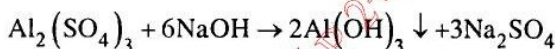


$$\Rightarrow 0,4y.3 = 0,144 \Rightarrow y = 0,12 \left(n_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,4.0,12 = 0,048 \text{ mol} \right)$$

* Tìm x : Vì $n_{\text{NaOH}} > 3.n_{\text{Al}(\text{OH})_3} \Rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ bị hoà tan bớt.



$$0,4x \rightarrow 1,2x \rightarrow 0,4x$$



$$0,048 \rightarrow 0,288 \rightarrow 0,096$$



$$a \rightarrow a \text{ (mol)}$$

$$\text{Ta có: } \begin{cases} x + 0,096 - a = 0,108 \\ 1,2x + 0,288 + a = 0,612 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,4x - a = 0,012 \\ 1,2x + a = 0,324 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 1,6x = 0,336 \Rightarrow x = 0,21$$

9. Dung dịch X gồm 0,1 mol H^+ , z mol Al^{3+} , t mol NO_3^- và 0,02 mol SO_4^{2-} . Cho 120 ml dung dịch Y gồm KOH 1,2M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M vào X, sau khi các phản ứng kết thúc, thu được 3,732 gam kết tủa. Xác định các giá trị z, t .

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{KOH}} = 0,144$ (mol); $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,012$ (mol);

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,144 + 0,012 \cdot 2 = 0,168 \text{ (mol)}; n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,012 \text{ (mol)}$$

Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có:

$$0,1 \cdot 1 + z \cdot 3 = t \cdot 1 + 0,02 \cdot 2 \Rightarrow t - 3z = 0,06 \quad (1)$$

$$\text{Vì } n_{\text{Ba}^{2+}} < n_{\text{SO}_4^{2-}} \Rightarrow n_{\text{BaSO}_4 \downarrow} = n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,012 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow m_{\text{BaSO}_4 \downarrow} = 0,012 \cdot 233 = 2,796 \text{ (g)} < 3,732 \text{ (g)}$$

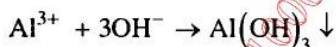
$\Rightarrow$ Trong kết tủa có $\text{Al}(\text{OH})_3$:

$$m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 3,732 - 2,796 = 0,936 \text{ (g)}$$

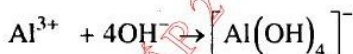
$$\Rightarrow n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,936 / 78 = 0,012 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \rightarrow 0,1 \text{ (mol)}$$



$$0,012 \leftarrow 0,036 \leftarrow 0,012 \text{ (mol)}$$



$$0,008 \leftarrow (0,168 - 0,1 - 0,036)$$

$$\Rightarrow z = 0,012 + 0,008 = 0,020 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow t = 0,06 + 3 \cdot 0,02 = 0,120$$

Vậy z, t lần lượt là 0,020 và 0,120

10. Cho 150 ml dung dịch KOH 1,2M tác dụng với 100 ml dung dịch AlCl_3 nồng độ x mol/l, thu được dung dịch Y và 4,68 gam kết tủa. Loại bỏ kết tủa, thêm tiếp 175 ml dung dịch KOH 1,2M vào Y, thu được 2,34 gam kết tủa. Tính giá trị của x.

Phân tích và hướng dẫn giải

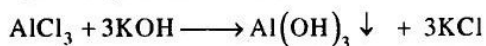
Theo bài ra: $n_{\text{AlCl}_3} = 0,1 \cdot x \text{ (mol)}$

Lần 1 có: $n_{\text{KOH}} = 0,18 \text{ (mol)}$, $n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 4,68 / 78 = 0,06 \text{ (mol)}$

Lần 2 có: $n_{\text{KOH}} = 0,21 \text{ (mol)}$; $n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,03 \text{ (mol)}$

Ta thấy lần 2 số mol KOH đã dùng lớn hơn lần 1, nhưng thu được kết tủa ít hơn

$\Rightarrow$ Có phản ứng hoà tan kết tủa.



$$0,09 \leftarrow 0,27 \leftarrow (0,06 + 0,03)$$



$$0,03 \leftarrow (0,18 + 0,21 - 0,27)$$

$$\Rightarrow n_{\text{AlCl}_3} = 0,09 + 0,03 = 0,12 \Rightarrow 0,1 \cdot x = 0,12 \Rightarrow x = 1,2.$$

11. Hoà tan hoàn toàn m gam ZnSO_4 vào nước được dung dịch X. Nếu cho 110 ml dung dịch KOH 2M vào X thì thu được 3a gam kết tủa. Mặt khác, nếu cho 140 ml dung dịch KOH 2M vào X thì thu được 2a gam kết tủa. Xác định giá trị của m.

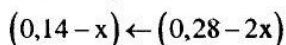
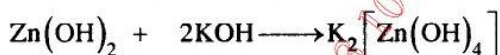
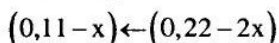
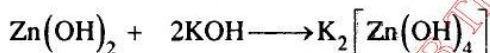
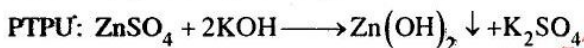
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{KOH}(1)} = 0,22$ (mol); $n_{\text{KOH}(2)} = 0,28$ (mol);

Gọi x là số mol ZnSO_4 ban đầu.

* **Trường hợp 1:** $x \leq 0,22 / 2 = 0,11$ (mol)

Tức là lượng ZnSO_4 phản ứng hết với 0,22 mol KOH .



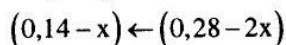
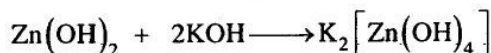
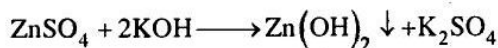
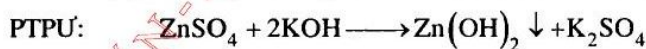
Ta có: $\frac{x - (0,11 - x)}{x - (0,14 - x)} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{2x - 0,11}{2x - 0,14} = \frac{3}{2} \Rightarrow 4x - 0,22 = 6x - 0,42$

$$\Rightarrow 2x = 0,2 \Rightarrow x = 0,1 \text{ (thỏa mãn điều kiện).}$$

$$\text{Vậy } m = 161x = 161 \cdot 0,1 = 16,10 \text{ (gam).}$$

* **Trường hợp 2:** $x > 0,11$

Tức là lượng ZnSO_4 phản ứng chưa hết với 0,22 mol KOH .



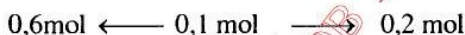
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{Ta có: } \frac{0,11}{x - (0,14 - x)} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{0,11}{2x - 0,14} = \frac{3}{2} \Rightarrow 0,22 = 6x - 0,42$$

$$\Rightarrow 6x = 0,64 \Rightarrow x = \frac{0,64}{6} < 0,11$$

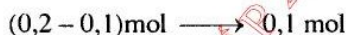
$\Rightarrow$ Loại trường hợp này.

12. Cho V lít dung dịch NaOH 2M vào dung dịch chứa 0,1 mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và 0,1 mol H_2SO_4 đến khi phản ứng hoàn toàn, thu được 7,8 gam kết tủa. Tính giá trị lớn nhất của V để thu được lượng kết tủa trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Vì } n_{\text{Al}(\text{OH})_3} (\text{thu được}) = 7,8 / 78 = 0,1 \text{ mol}$$

Do đó, phải có PTPƯ xảy ra:



$$\text{Vậy tổng lượng NaOH là: } \sum n_{\text{NaOH}} = 0,2 + 0,6 + 0,1 = 0,9 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V = 0,9 / 2 = 0,45 \text{ lít}$$

Chú ý: Nếu dựa vào lượng $\text{Al}(\text{OH})_3$ tạo ra để tính lượng NaOH thì ta sẽ tính được lượng NaOH nhỏ nhất (khi đó không xảy ra phương trình phản ứng thứ ba và lượng $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ còn dư).

13. Hòa tan hết m gam ZnSO_4 vào nước được dung dịch X. Cho 110 ml dung dịch KOH 2M vào X, thu được a gam kết tủa. Mặt khác, nếu cho 140 ml dung dịch KOH 2M vào X thì cũng thu được a gam kết tủa. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{KOH} (110)} = 0,11 \cdot 2 = 0,22 \text{ (mol).}$$

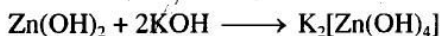
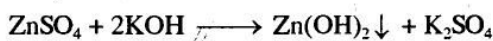
$$n_{\text{KOH} (140)} = 0,14 \cdot 2 = 0,28 \text{ (mol).}$$

Khi cho 110 ml dung dịch KOH vào X thì KOH thiếu:



$$\text{Suy ra: } a = 0,11 \cdot 99 = 10,89 \text{ (gam)}$$

Khi cho 140 ml dung dịch KOH vào X thì ZnSO_4 hết, KOH dư đã hoà tan một phần $\text{Zn}(\text{OH})_2$:



$$\text{Ta có: } \begin{cases} 2x + 2y = 0,28 \\ 99. (x - y) = 10,89 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,125 \\ y = 0,015 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } m_{\text{ZnSO}_4} = 161. x = 161. 0,125 = 20,125 \text{ (gam).}$$

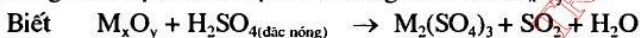
14. Chia 17 gam hỗn hợp rắn X gồm: M_xO_y , CuO và Al_2O_3 thành hai phần bằng nhau:

- Hòa tan phần I vào dung dịch NaOH dư, còn lại 7,48 gam hỗn hợp rắn A.
- Dẫn 4,928 lít khí CO (đktc) vào phần II nung nóng được hỗn hợp chất rắn B và hỗn hợp khí C có tỷ khối đối với hydro là 18. Hòa tan B vào dung dịch HCl dư còn lại 3,2 gam Cu .

a. Viết các phương trình phản ứng hóa học xảy ra.

b. Tính % về khối lượng mỗi nguyên tố trong hỗn hợp X. Các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

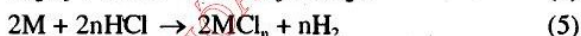
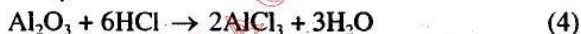
c. Để hoà tan hoàn toàn A phải dùng hết 12,5 gam dung dịch H_2SO_4 98% nóng. Xác định kim loại M và công thức của M_xO_y .



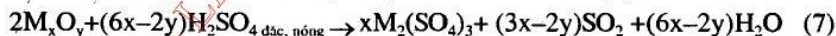
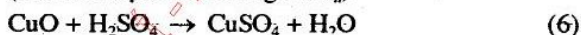
M_xO_y bị khử và không tan trong dung dịch NaOH .

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Các phương trình hóa học:



(n là hóa trị của M trong MCl_n)



b. Theo bài ra ta có:

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{4,928}{22,4} = 0,22 \text{ (mol)}; n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,125 \text{ (mol)}; n_{\text{Cu}} = 0,05 \text{ (mol)}$$

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{17}{2} - 7,48 = 1,02 \text{ (g)} \Rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,01 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow m_{\text{O}} \text{ trong } \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,01 \cdot 3 \cdot 16 = 0,48 \text{ (g)}; m_{\text{Al}} = 0,54 \text{ (g)}$$

$$d_{\text{C}/\text{H}_2} = 18 \Rightarrow \overline{M}_c = 36.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Đặt n_{CO_2} là $x \Rightarrow n_{\text{CO}} = 0,22 - x$ (mol)

Ta có phương trình: $\frac{44x + 28.(0,22 - x)}{0,22} = 36 \Rightarrow x = 0,11$ (mol)

Từ (2) và (3):

n_{O} trong CuO và M_xO_y bị khử = $n_{\text{CO}_2} = 0,11$ mol

$\Rightarrow m_{\text{O}}$ trong CuO và $\text{M}_x\text{O}_y = 0,11 \cdot 16 = 1,76$ (g)

Vậy $\% \text{O} = \frac{1,76 + 0,48}{8,5} \cdot 100 \approx 26,353(\%)$

$\% \text{Cu} = \frac{3,2}{8,5} \cdot 100 \approx 37,647(\%)$

$\% \text{Al} = \frac{0,54}{8,5} \cdot 100 \approx 6,353(\%)$

$\% \text{M} = 100 - (26,353 + 37,647 + 6,353) = 29,647(\%)$

c. Theo bài ra ta thấy: $n_{\text{CuO}} = n_{\text{Cu}} = 0,05$ mol

$\Rightarrow m_{\text{CuO}} = 4$ (g), n_{O} trong $\text{CuO} = 0,05$ mol

$m_{\text{M}_x\text{O}_y} = 7,48 - 4 = 3,48$ (g)

n_{O} trong $\text{M}_x\text{O}_y = 0,11 - 0,05 = 0,06$ (mol) $\Rightarrow m_{\text{O}}$ trong $\text{M}_x\text{O}_y = 0,96$ (g)

$\Rightarrow m_{\text{M}} = 2,52$ (g)

$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{CuO}} = 0,05$ (mol) $\Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ phản ứng với $\text{M}_x\text{O}_y = 0,075$ (mol)

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng cho các nguyên tố ở phương trình (7) ta có:

Với nguyên tố oxy: n_{O} bên tham gia = $0,06 + 0,075 \cdot 4 = 0,36$ (mol)

$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,075 \Rightarrow n_{\text{O}}$ trong H_2O ở phản ứng (7) = $0,075$ (mol)

n_{O} trong $\text{M}_2(\text{SO}_4)_3$ và $\text{SO}_2 = 0,36 - 0,075 = 0,285$ (mol)

n_{S} trong $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,075$ (mol) $\Rightarrow n_{\text{S}}$ trong $\text{M}_2(\text{SO}_4)_3$ và $\text{SO}_2 = 0,075$ (mol)

Đặt $n_{\text{M}_2(\text{SO}_4)_3} = x, n_{\text{SO}_2} = y$. Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} 3x + y = 0,075 \\ 12x + 2y = 0,285 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,0225 \\ y = 0,0075 \end{cases}$$

$\Rightarrow n_{\text{M}} = 0,0225 \cdot 2 = 0,045$ (mol)

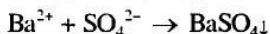
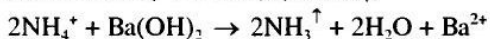
$\Rightarrow M_{\text{M}} = \frac{2,52}{0,045} = 56 \Rightarrow \text{M là Fe.}$

Từ công thức của $\text{M}_x\text{O}_y \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{0,045}{0,06} = \frac{3}{4} \Rightarrow \text{M}_x\text{O}_y$ là Fe_3O_4 .

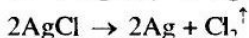
15. Một dung dịch chứa 4 ion của hai muối vô cơ trong đó có ion SO_4^{2-} khi tác dụng vừa đủ với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đun nóng cho khí X, kết tủa Y và dung dịch Z. Dung dịch Z sau khi axit hoá bằng HNO_3 tạo với AgNO_3 kết tủa trắng hoá đen ngoài ánh sáng. Kết tủa Y đem đun được a gam chất rắn T. Giá trị của a thay đổi tùy theo lượng $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đem dùng: Nếu vừa đủ thì a cực đại; nếu lấy dư a giảm đến cực tiểu. Khi lấy chất rắn T với giá trị cực đại $a = 7,204$ gam thấy T chỉ phản ứng hết với 60 ml dung dịch HCl 1,2M, còn lại cặn bã rắn 5,98 gam. Hãy lập luận để xác định các ion có trong dung dịch.

Phân tích và hướng dẫn giải

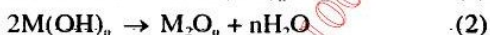
- * Cho dung dịch chứa 4 ion tác dụng với $\text{Ba}(\text{OH})_2$ có khí thoát ra. Chứng tỏ trong dung dịch có chứa ion $\text{NH}_4^+ \Rightarrow$ Khí (X) là NH_3 :



- * (Z) đem axit hoá tạo với AgNO_3 kết tủa hoá đen ngoài ánh sáng, kết tủa đó là AgCl . Chứng tỏ trong dung dịch có chứa ion Cl^- :



- * (Y) cực đại khi $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đủ, Y cực tiểu khi $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư. Chứng tỏ trong dung dịch phải có chứa ion kim loại tạo hydroxit lưỡng tính. Với (Y) cực đại đem nung chỉ có hydroxit lưỡng tính bị nhiệt phân.



$$\text{Từ (3): } n\text{M}_2\text{O}_n = \frac{1}{2n} \cdot 1,2 \cdot 0,06 = \frac{0,036}{n} \text{ (mol)}$$

$$M_{\text{M}_2\text{O}_n} = \frac{(7,204 - 5,98)n}{0,036} = 34n \Leftrightarrow 2M + 16n = 34n \Rightarrow M = 9n$$

$$\text{Nếu } n = 2 \Rightarrow M = 18 \text{ (loại).}$$

$$\text{Nếu } n = 3 \Rightarrow M = 27 \text{ (Al). Chứng tỏ trong dung dịch có chứa ion } \text{Al}^{3+}$$

Vậy 4 ion trong dung dịch là: NH_4^+ , Al^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} .

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

16. Cho 200 ml dung dịch KOH vào 400 ml dung dịch ZnSO_4 thu được kết tủa, sấy khô, cân nặng 4,95 gam. Sục V lít khí CO_2 (đktc) vào dung dịch nước lọc thì thu được lượng kết tủa lớn nhất. Tính nồng độ mol của dung dịch ZnSO_4 và dung dịch KOH . Biết rằng cũng V lít CO_2 trên khi sục qua 250 ml dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2M thì thu được 30 gam kết tủa.

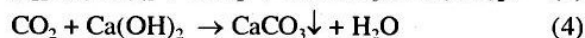
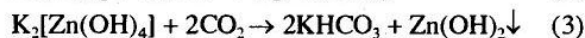
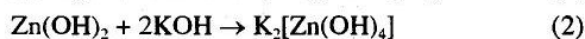
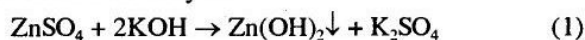
Phân tích và hướng dẫn giải

Dung dịch nước lọc gồm: K_2SO_4 và $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$n_{\text{Zn}(\text{OH})_2} = \frac{4,95}{99} = 0,05 \text{ mol}$$

Các PTHH có thể xảy ra:



- Tính số mol CO_2 : $n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 0,5 \text{ mol} > n_{\text{CaCO}_3} = 0,3 \text{ mol}$ nên khi cho CO_2 vào dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ xảy ra 2 trường hợp:

+ TH1: Chỉ xảy ra phản ứng (4) $\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\downarrow} = \frac{30}{100} = 0,03 \text{ mol}$

$$\Rightarrow n_{\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} = 0,15 (\text{mol}) \Rightarrow n_{\text{ZnSO}_4} = 0,15 + 0,05 = 0,2 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow C_{\text{M}(\text{ZnSO}_4)} = 0,5 (\text{M})$$

$$n_{\text{KOH}} = 2 \cdot n_{\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} + 2 \cdot n_{\text{ZnSO}_4} = 0,7 (\text{mol}) \Rightarrow C_{\text{M}(\text{KOH})} = 3,5 (\text{M})$$

+ TH2: Xảy ra cả 2 phản ứng (4) và (5):

$$\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = 2 \cdot n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} - n_{\downarrow} = 2 \cdot 0,5 - 0,3 = 0,7 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow C_{\text{M}(\text{ZnSO}_4)} = 1 (\text{M})$$

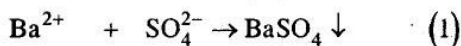
$$n_{\text{KOH}} = 2 \cdot n_{\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]} + 2 \cdot n_{\text{ZnSO}_4} = 1,5 (\text{mol}) \Rightarrow C_{\text{M}(\text{KOH})} = 7,5 (\text{M})$$

17. Tính thể tích dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,01M cần thêm vào 100 ml dung dịch $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,1M để thu được 4,275 gam kết tủa.

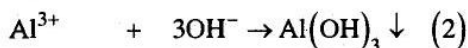
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo giả thiết $n_{\text{Al}^{3+}} = 0,02 \text{ mol}$ và $n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,03 \text{ mol}$.

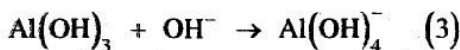
Gọi x là số mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ cần thêm vào, như vậy $n_{\text{Ba}^{2+}} = x \text{ mol}$ và $n_{\text{OH}^-} = 2x \text{ mol}$.



$$n^0 \quad x (\text{mol}) \quad 0,03 (\text{mol})$$



$$n^0 \quad 0,02 (\text{mol}) \quad 2x (\text{mol})$$



Xét trường hợp chỉ xảy ra phản ứng (1) và (2). Trong trường hợp này Al^{3+} tham gia phản ứng vừa đủ hoặc dư: $\frac{2x}{3} \leq 0,02 \Rightarrow x \leq 0,03 \text{ (mol)}$, và như vậy Ba^{2+} phản ứng hết ở phản ứng (1).

$$\text{Ta có: } m(\text{kết tủa}) = 233x + 78 \cdot \frac{2x}{3} = 4,275 \Rightarrow x = 0,015 \text{ (mol)}$$

Vậy thể tích dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đã sử dụng là $\frac{0,015 \text{ mol}}{0,01 \text{ mol/L}} = 1,5 \text{ L}$

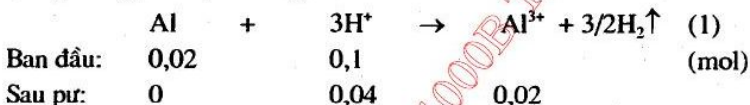
Nếu xảy ra các phản ứng (1), (2) và (3) thì $x > 0,03 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow m_{\text{BaSO}_4} = 0,03 \text{ mol} \times 233 \text{ gam/mol} = 6,99 \text{ gam} > 4,275 \text{ gam (loại)}.$$

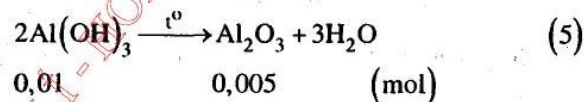
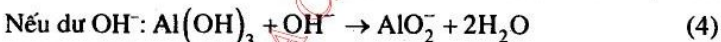
18. Hòa tan 0,54 gam Al vào 0,5 lít dung dịch H_2SO_4 0,1M được dung dịch A. Thêm V lít dung dịch NaOH 0,1M vào dung dịch A thu được dung dịch B và kết tủa C. Nung kết tủa C đến khối lượng không đổi ta được chất rắn nặng 0,51 gam. Tính thể tích dung dịch NaOH 0,1M đã dùng.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:



Khi thêm dung dịch NaOH vào dung dịch A có các phản ứng:



Vì $n_{\text{Al}(\text{OH})_3} < n_{\text{Al}^{3+}} \rightarrow$ nên có 2 trường hợp:

* TH1: Dư Al^{3+} khi đó chỉ có phản ứng (2), (3) và (5):

$$n_{\text{OH}^-} = n_{\text{H}^+} + 3n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,04 + 0,03 = 0,07 \text{ mol} \rightarrow V = 0,7 \text{ (lít)}.$$

* TH2: Dư OH^- một phần kết tủa bị hòa tan, khi đó có các phản ứng (2), (3), (4) và (5):

$$n_{\text{OH}^-} = n_{\text{H}^+} + 3n_{\text{Al}^{3+}} + n_{\text{Al}(\text{OH})_3(\text{tan})} = 0,04 + 0,06 + 0,01 = 0,11 \text{ mol} \rightarrow V = 1,1 \text{ (lít)}.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

19. Hòa tan hết 2,2g hỗn hợp kim loại A gồm sắt và nhôm trong 150 ml dung dịch HNO_3 2M thu được dung dịch B và 448 ml (đktc) khí C gồm N_2O và N_2 có tỉ khối so với không khí bằng 1,2414. Thêm 13,6g NaOH nguyên chất vào dung dịch B thu được kết tủa D, lọc kết tủa D thu được dung dịch nước lọc E.

- Tính phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp A ban đầu
- Nung kết tủa D đến khối lượng không đổi thì thu được bao nhiêu gam chất rắn khan?
- Tính thể tích dung dịch HCl 0,5M cần thêm vào dung dịch E để thu được 2,34g kết tủa.

Phân tích và hướng dẫn giải:

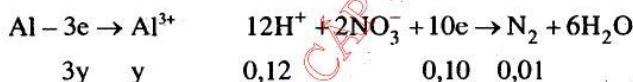
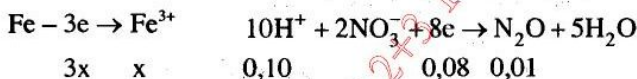
a) Đặt số mol N_2O và N_2 lần lượt bằng a và b, ta có:

$$\begin{cases} a + b = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \\ \frac{44a + 28b}{0,02} = 1,2414 \times 29 = 36 \end{cases} \Rightarrow a = b = 0,01$$

Đặt số mol Fe và Al lần lượt bằng x và y.

Chất khử

Chất oxi hóa

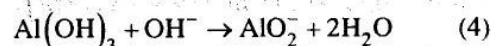


Vì $n_{\text{H}^+}(\text{pư}) = 0,02 \text{ mol} < n_{\text{H}^+}(\text{bd}) = 0,3 \text{ mol}$ nên axit dư, phản ứng không tạo Fe^{2+} .

Ta có:
$$\begin{cases} 56x + 27y = 2,2 \\ 3x + 3y = 0,18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ y = 0,04 \end{cases}$$

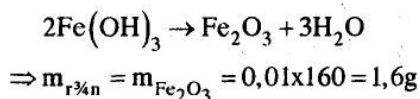
Vậy $\%m_{\text{Fe}} = \frac{0,02 \times 56}{2,2} \times 100\% = 50,9\%$ và $\%m_{\text{Al}} = 49,1\%$.

b) Thêm NaOH vào dung dịch B: H^+ ($0,15 \cdot 2 - 0,22 = 0,08 \text{ mol}$), Fe^{3+} ($x = 0,02 \text{ mol}$), Al^{3+} ($y = 0,04 \text{ mol}$) và NO_3^- .

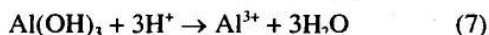
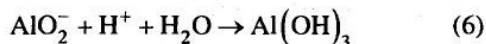


$$n_{\text{OH}^-(1,2,3,4)} = n_{\text{H}^+} + 3n_{\text{Fe}^{3+}} + 4n_{\text{Al}^{3+}} = 0,3 \text{ mol} < n_{\text{OH}^-(\text{bd})} = \frac{13,6}{40} = 0,34 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ sau (1), (2), (3), (4) vẫn còn dư OH^- , kết tủa D là $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (0,02 mol)



c) Thêm HCl vào dung dịch E $[\text{Na}^+, \text{OH}^- (0,04 \text{ mol}), \text{AlO}_2^- (0,04 \text{ mol}) \text{ và } \text{NO}_3^-]$.



$$n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{2,34}{78} = 0,03 \text{ mol}$$

Trường hợp 1: Xảy ra (5), (6) và AlO_2^- dư:

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-} + n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,04 + 0,03 = 0,07 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V = \frac{0,07}{0,5} = 0,14\text{L}$$

Trường hợp 2: Xảy ra (5), (6), (7):

$$n_{\text{Al}(\text{OH})_3(7)} = 0,04 - 0,03 = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-} + n_{\text{AlO}_2^-} + 3n_{\text{Al}(\text{OH})_3(7)} = 0,04 + 0,04 + 0,03 = 0,11 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V = \frac{0,11}{0,5} = 0,22\text{L}$$

20. Trộn lẫn 200 ml dung dịch $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,1M với 100 ml dung dịch HCl a (mol/l) được dung dịch (A).

Cho 0,12 mol Ba vào dung dịch (A), lọc lấy kết tủa nung đến khối lượng không đổi được 15g chất rắn. Tính a?

Phân tích và hướng dẫn giải

Dung dịch (A) gồm: Al^{3+} : 0,04 mol

H^+ : 0,1a mol

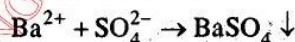
SO_4^{2-} : 0,06 mol

Cl^- : 0,1a mol

Khi cho 0,12 mol Ba vào dung dịch A, có:

Ba^{2+} : 0,12 mol; OH^- : 0,24 mol

Trường hợp 1: Al^{3+} dư.

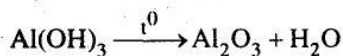
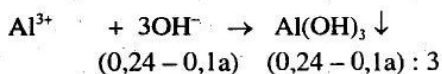


$$0,06 \quad 0,06 \quad 0,06$$



$$0,1a \quad 0,1a$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

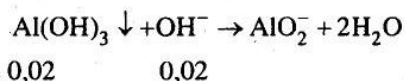
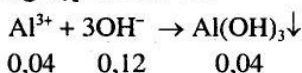


$$m_{\text{rắn}} = m_{\text{BaSO}_4} + m_{\text{Al}_2\text{O}_3}$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,01 \text{ (mol)} \Rightarrow n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,02 \text{ (mol)}$$

$$\text{Có: } (0,24 - 0,1a) = 0,02 \cdot 3 \Rightarrow a = 1,8\text{M.}$$

Trường hợp 2: OH^- dư.

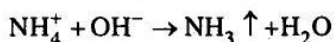


$$\text{Số mol OH}^- : 0,1a + 0,14 = 0,24 \Rightarrow a = 1\text{M}$$

21. Một dung dịch chứa 4 ion của 2 muối vô cơ, trong đó có một ion là SO_4^{2-} , khi tác dụng vừa đủ với $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đun nóng cho 1 chất khí, kết tủa X, dung dịch Y. Dung dịch Y sau khi axit hóa bằng HNO_3 tạo với AgNO_3 kết tủa trắng hóa đen ngoài ánh sáng. Kết tủa X đem nung đến khối lượng không đổi thu được a gam chất rắn Z. Giá trị a thay đổi tùy theo lượng $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dùng; nếu vừa đủ a đạt cực đại, còn nếu lấy dư thì a giảm dần đến cực tiểu. Khi cho chất rắn Z với giá trị cực đại $a = 8,51\text{g}$ thấy Z chỉ phản ứng hết với 50 ml dung dịch HCl 1,2M và còn lại một bã rắn nặng 6,99 gam. Hãy lập luận xác định hai muối trong dung dịch.

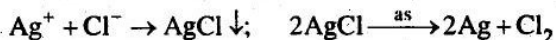
Phân tích và hướng dẫn giải

- *) Một dung dịch muối khi tác dụng với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đun nóng cho khí bay ra thì khí đó là NH_3 . Vậy trong dung dịch muối có ion NH_4^+ .



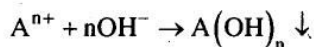
Kết tủa X tối thiểu có BaSO_4 do: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$

Dung dịch Y sau khi axit hóa bằng HNO_3 tạo với AgNO_3 kết tủa trắng ngoài ánh sáng hóa đen là AgCl nên trong dung dịch Y có ion Cl^- do:



- *) Dung dịch đầu chứa 4 ion của 2 muối vô cơ là: $\text{NH}_4^+, \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{A}^{n+}$.

Nếu kết tủa X chỉ có BaSO_4 thì khi nung Z cũng chỉ là BaSO_4 không phản ứng được với HCl , như vậy X phải có thêm một kết tủa nữa do A^{n+} tạo ra. Đó là

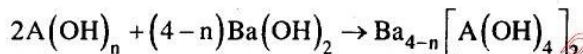


Nung X gồm $BaSO_4$ và $A(OH)_n$: $2A(OH)_n \xrightarrow{t^0} A_2O_n + nH_2O$

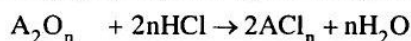
*) Khi dung dịch đầu tác dụng với $Ba(OH)_2$ có 2 trường hợp:

– Nếu vừa đủ thì Z có khối lượng cực đại

– Nếu $Ba(OH)_2$ dùng dư thì Z có khối lượng cực tiểu điều này chứng tỏ trong X chất $A(OH)_n$ phải tiếp tục tan bởi $Ba(OH)_2$ như thế $A(OH)_n$ là hidroxit lưỡng tính.



Khi Z có khối lượng cực đại tức Z gồm $BaSO_4$ và A_2O_n , phản ứng với HCl



$$0,03/n \leftarrow 0,06$$

Bã rắn còn lại là $BaSO_4$.

$$\text{Khối lượng } A_2O_n = (2A + 16n) \cdot 0,03/n = 8,51 - 6,99 = 1,52 \text{ (g)}$$

$$\Rightarrow A = \frac{52}{3} \cdot n \Rightarrow n = 3; A = 52 \text{ (thỏa mãn)}. A \text{ là Cr, } A_2O_n \text{ là } Cr_2O_3.$$

Vậy dung dịch ban đầu gồm các ion: NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , Cr^{3+} .

Hai muối ban đầu là NH_4Cl và $Cr_2(SO_4)_3$ hoặc $(NH_4)_2SO_4$ và $CrCl_3$.

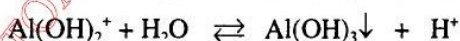
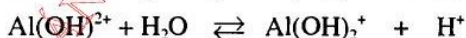
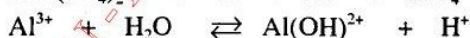
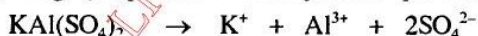
22. Phen chua là một loại muối sunfat kép có công thức $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

a) Khi hoà tan phen chua trong nước, dung dịch thu được có thể có những ion nào (bỏ qua tương tác của ion sunfat với nước) và có môi trường axit hay bazơ? Giải thích.

b) Thêm V (ml) dung dịch $Ba(OH)_2$ 0,1M vào 100 ml dung dịch $KAl(SO_4)_2$ 0,1M thu được 2,1375 gam kết tủa. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

(a) Trong dung dịch phen chua có xảy ra các quá trình:

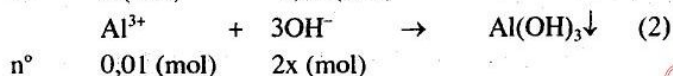
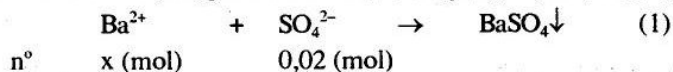


Vậy dung dịch phen chua có thể có các ion K^+ , Al^{3+} , SO_4^{2-} , $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$, H^+ và OH^- . Vì trong dung dịch này $[H^+] > [OH^-]$ nên môi trường có tính axit.

(b) Theo giả thiết $n_{Al^{3+}} = 0,01 \text{ (mol)}$ và $n_{SO_4^{2-}} = 0,02 \text{ (mol)}$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Gọi x là số mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ cần thêm vào, như vậy $n_{\text{Ba}^{2+}} = x \text{ (mol)}$; $n_{\text{OH}^-} = 2x \text{ (mol)}$.



*) Xét trường hợp chỉ xảy ra phản ứng (1) và (2). Trong trường hợp này Al^{3+} tham gia phản ứng vừa đủ hoặc dư: $\frac{2x}{3} \leq 0,01 \Rightarrow x \leq 0,015 \text{ (mol)}$, và như vậy Ba^{2+} phản ứng hết ở phản ứng (1).

$$\text{Ta có } m \text{ (kết tủa)} = 233x + 87 \cdot \frac{2x}{3} = 2,1375 \Rightarrow x = 0,0075 \text{ (mol)}.$$

Vậy thể tích dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ đã sử dụng là:

$$V(\text{dd } \text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,0075 \cdot 1000/0,1 = 75 \text{ ml}.$$

*) Nếu xảy ra các phản ứng (1), (2) và (3) thì $x > 0,015 \text{ (mol)}$.

$$m_{\text{BaSO}_4} > 0,015 \text{ mol} \cdot 233 \text{ gam/mol} = 3,495 \text{ gam} > 2,1375 \text{ gam (loại)}.$$

Chuyên đề 4. TÍCH SỐ TAN. PHỨC CHẤT

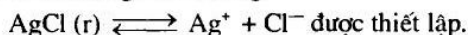
A. LÝ THUYẾT

I. TÍCH SỐ TAN

1. Định nghĩa

Xét sự hòa tan của chất điện li ít tan, thí dụ AgCl:

Trong dung dịch bão hòa của AgCl cân bằng:



Vì chất điện li tan rất ít nên có thể coi hoạt độ của ion bằng nồng độ của nó:

$$K = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Theo tính chất chung của hằng số cân bằng, K phụ thuộc vào bản chất của chất điện li ít tan và vào nhiệt độ. K càng lớn thì chất đó tan càng nhiều và ngược lại. Như vậy K đặc trưng cho tính tan của các chất điện li do đó được gọi là tích số tan.

Trong dung dịch bão hòa của chất điện li ít tan, tích số nồng độ các ion là một hằng số. Hằng số đó được gọi là tích số tan và được kí hiệu là T.

Trong trường hợp, chất điện li ít tan cho nhiều ion thí dụ PbI_2 , phương trình tích số hòa tan sẽ có dạng:



$$T_{\text{PbI}_2} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2$$

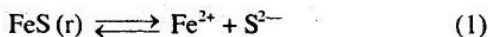
2. Điều kiện kết tủa một chất điện li ít tan

Một chất chỉ có thể kết tủa từ dung dịch khi nồng độ của nó lớn hơn độ hòa tan. Từ đó suy ra: Một chất điện li ít tan chỉ có thể kết tủa khi tích số nồng độ ion của nó lớn hơn tích số tan.

3. Điều kiện hòa tan kết tủa

Xét sự hòa tan FeS bằng HCl:

Trong dung dịch bão hòa của FeS có cân bằng động:

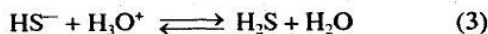


Lúc này

$$[\text{Fe}^{2+}][\text{S}^{2-}] = T_{\text{FeS}}$$

Khi thêm HCl vào: $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

Cation axit H_3O^+ sẽ nhường proton cho S^{2-} để tạo thành HS^- và H_2S ít điện li:

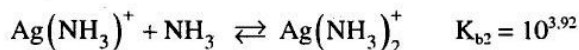
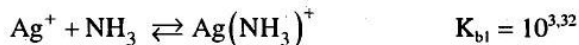


H_2S bay ra, làm cho các cân bằng (3), (2) và (1) chuyển dịch không ngừng từ trái qua phải nghĩa là FeS bị hòa tan.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Vậy muốn hòa tan một chất điện li ít tan thì phải thêm vào dung dịch một chất nào đó có khả năng kết hợp với một trong các ion của chất điện li ít tan để tạo thành chất điện li yếu sao cho tích số nồng độ các ion của chất điện li ít tan luôn luôn nhỏ hơn tích số tan.

II. PHỨC CHẤT



$$\text{Hằng số bền của phức } K_b = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2} = 10^{7.24}$$



$$\text{Hằng số không bền của phức } K_{kb} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]} = 6.10^{-8}$$

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Ở một nhiệt độ, trong một dung môi xác định thì tích nồng độ với lũy thừa thích hợp các ion của một muối ít tan trong dung dịch bão hoà muối đó là một hằng số, được gọi là tích số tan T.

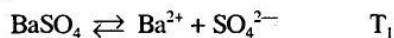
Một dung dịch muối nitrat chứa $[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-3}\text{M}$; $[\text{Sr}^{2+}] = 10^{-1}\text{M}$. Dùng lượng Na_2SO_4 thích hợp tác dụng với dung dịch trên.

a. Kết tủa nào được tạo thành trước?

b. Bằng cách tạo kết tủa đó có tách được Ba^{2+} ra khỏi Sr^{2+} từ dung dịch trên hay không? Biết khi nồng độ mol của ion từ 10^{-6} trở xuống thì có thể coi ion đó được tách hết; $T(\text{BaSO}_4) = T_1 = 10^{-10}$; $T(\text{SrSO}_4) = T_2 = 10^{-6}$ (dung môi nước, 25°C). Chấp nhận sự cộng kết là không đáng kể.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Các quá trình:



Để tạo kết tủa BaSO_4 thì:

$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] > T_1 \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] > T_1/[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-10}/10^{-3} = 10^{-7}\text{M}$$

Để tạo kết tủa SrSO_4 thì:

$$[\text{Sr}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] > T_2 \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] > T_2/[\text{Sr}^{2+}] = 10^{-6}/10^{-1} = 10^{-5}\text{M}$$

Như vậy để tạo kết tủa BaSO_4 thì cần nồng độ ion sunfat nhỏ hơn nồng độ ion sunfat để tạo kết tủa SrSO_4 . nghĩa là BaSO_4 sẽ được tạo kết tủa trước.

b. Khi bắt đầu có kết tủa SrSO_4 tạo ra thì:

$$[\text{SO}_4^{2-}] > 10^{-5}\text{M} \Rightarrow [\text{Ba}^{2+}] < T_1/10^{-5} = 10^{-10}/10^{-5} = 10^{-5} > 10^{-6}$$

Như vậy khi SrSO_4 bắt đầu kết tủa thì nồng độ ion Ba^{2+} vẫn còn lớn hơn giới hạn cho phép (10^{-6}M) nên không tách được Ba^{2+} ra khỏi Sr^{2+} .

2. Thêm 0,001 mol MgCl_2 vào 100 ml dung dịch NH_3 1M và NH_4Cl 1M được 100 ml dung dịch A, hỏi có kết tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ được tạo thành hay không?

Biết: $T_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 10^{-10,95}$ và $K_{\text{b}(\text{NH}_3)} = 10^{-4,75}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi thêm 0,001 mol MgCl_2 vào 100 ml dung dịch đậm (NH_3 1M + NH_4Cl 1M) thì:

$$C_{\text{Mg}^{2+}} \text{ ban đầu} = 10^{-2}\text{M}$$

Ta có: $T_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 10^{-10,95}$

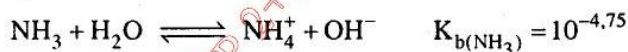
Để kết tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ thì $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 > 10^{-10,95}$

$$\Rightarrow [\text{OH}^-]^2 > \frac{10^{-10,95}}{[\text{Mg}^{2+}]} = \frac{10^{-10,95}}{10^{-2}} = 10^{-8,95}$$

$$\text{Hay } [\text{OH}^-] > 10^{-4,475}$$

* Dung dịch: NH_4Cl 1M + NH_3 1M:

Cân bằng chủ yếu là:



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 1 \\ 1-x & & 1+x \quad x \end{array}$$

$$K_{\text{b}} = \frac{(x+1)x}{1-x} = 10^{-4,75}$$

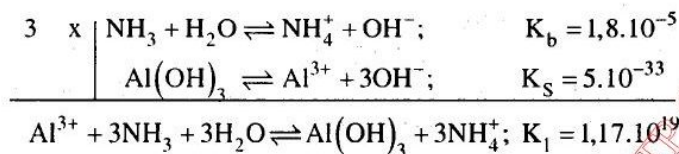
$$\Rightarrow x = 10^{-4,75}. \text{ Hay } [\text{OH}^-] = 10^{-4,75} < 10^{-4,475}$$

Vậy khi thêm 1 ml dung dịch MgCl_2 1M vào 100 ml dung dịch NH_3 1M và NH_4Cl 1M thì không xuất hiện kết tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

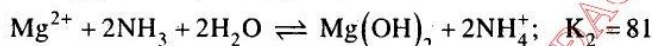
3. Dung dịch NH_3 có thể làm kết tủa hoàn toàn Al^{3+} trong dung dịch nước ở dạng hidroxit, nhưng chỉ làm kết tủa được một phần ion Mg^{2+} trong dung dịch nước ở dạng hidroxit. Hãy làm sáng tỏ điều nói trên bằng các phép tính cụ thể. Cho: K_{b} của NH_3 là $1,8 \cdot 10^{-5}$; tích số tan: $\text{Al}(\text{OH})_3$ là $5 \cdot 10^{-33}$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ là $4 \cdot 10^{-12}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phép tính để chứng minh:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cử Thanh Toàn

Tương tự như vậy, đối với phản ứng:



Kết luận: K_1 rất lớn nên phản ứng xảy ra hoàn toàn (tức là có thể kết tủa hết ion nhôm bằng dung dịch NH_3)

K_2 không lớn lắm nên phản ứng chỉ xảy ra một phần.

4. Cho biết ở 20°C , độ tan của CaSO_4 là 0,2 gam và khối lượng riêng của dung dịch CaSO_4 bão hòa là 1 g/ml.

(a) Tính $C\%$ và C_M của dung dịch CaSO_4 bão hòa.

(b) Hối khi trộn 50 ml dung dịch CaCl_2 0,012M với 150 ml dung dịch Na_2SO_4 0,04M ở 20°C có kết tủa xuất hiện không?

Phân tích và hướng dẫn giải

$$(a) \quad C\% = \frac{S}{S+100} \cdot 100\% = \frac{0,2}{100+0,2} \cdot 100\% = 0,1996\%$$

$$C_M = \frac{10 \times C\% \times D}{M} = \frac{10 \times 0,1996 \times 1}{136} = 0,0147\text{M}$$

$$(b) \text{ Ta có thể tích: } V_{\text{dd}} = \frac{m_{\text{dd}}}{D} = \frac{100\text{g} + 0,2\text{g}}{1 \text{ g/ml}} = 100,2 \text{ ml}$$

Trong dung dịch bão hòa CaSO_4 :

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{0,2 \times 1000}{136 \times 100,2} = 1,47 \cdot 10^{-2} (\text{M})$$

$$T_{\text{CaSO}_4} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (1,47 \cdot 10^{-2})^2 = 2,16 \cdot 10^{-4}$$

Trong dung dịch sau khi trộn:

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{0,012 \times 50}{50 + 150} = 3 \cdot 10^{-3} (\text{M});$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{0,004 \times 150}{50 + 150} = 3 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

$$\text{Suy ra tích số ion trong dung dịch: } Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 9 \cdot 10^{-6}$$

Vì $Q < T$ nên không có kết tủa xuất hiện.

5. Dung dịch bão hòa H_2S có nồng độ 0,100M, hằng số axit H_2S :

$$K_1 = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ và } K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13}$$

a) Tính nồng độ ion S^{2-} trong dung dịch H_2S 0,100M khi điều chỉnh pH = 2.

b) Một dung dịch A chứa các cation Mn^{2+} , Co^{2+} , Ag^+ với nồng độ ban đầu mỗi ion đều bằng 0,010M. Hòa tan H_2S vào dung dịch A đến bão hòa và điều chỉnh pH=2 thì ion nào tạo kết tủa sunfua?

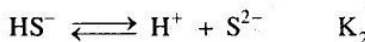
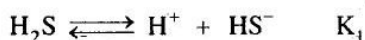
$$\text{Biết: } T_{MnS} = 2,5 \cdot 10^{-10}, T_{CoS} = 4,0 \cdot 10^{-21}, T_{Ag_2S} = 6,3 \cdot 10^{-50}$$

Phân tích và hướng dẫn giải

Dung dịch bão hòa H_2S có nồng độ 0,100M. Hằng số axit H_2S :

$$K_1 = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ và } K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13}$$

a. Khi pH = 2 $\Rightarrow [H^+] = 0,01$ (mol/l)



$$K_{a(H_2S)} = \frac{[S^{2-}] \cdot [H^+]^2}{[H_2S]} \Rightarrow [S^{2-}] = K_a \cdot \frac{[H_2S]}{[H^+]^2} = 1,3 \cdot 10^{-17}$$

b. Để xuất hiện kết tủa: $Q = [A^{m+}]^n [B^{n-}]^m > T \rightarrow$ Kết tủa A_nB_m xuất hiện.

$$\text{Ta có: } [Mn^{2+}] \cdot [S^{2-}] = 0,010 \cdot 1,3 \cdot 10^{-17} = 1,3 \cdot 10^{-19} < T_{MnS} = 2,5 \cdot 10^{-10}$$

$\Rightarrow Mn^{2+}$ chưa tạo kết tủa.

$$[Co^{2+}] \cdot [S^{2-}] = 0,010 \cdot 1,3 \cdot 10^{-17} = 1,3 \cdot 10^{-19} > T_{CoS} = 4,0 \cdot 10^{-21}$$

$\Rightarrow Co^{2+}$ tạo kết tủa CoS.

$$[Ag^+] \cdot [S^{2-}] = 0,010^2 \cdot 1,3 \cdot 10^{-17} = 1,3 \cdot 10^{-21} > T_{Ag_2S} = 6,3 \cdot 10^{-50}$$

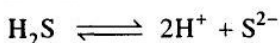
$\Rightarrow Ag^+$ tạo kết tủa Ag_2S .

6. Độ tan của H_2S trong dung dịch $HClO_4$ 0,003M là 0,1M. Nếu thêm vào dung dịch này các ion Mn^{2+} và Cu^{2+} sao cho nồng độ của chúng bằng $2 \cdot 10^{-4}M$ thì ion nào sẽ kết tủa dưới dạng sunfua?

$$\text{Biết } T_{MnS} = 3 \cdot 10^{-14}, T_{CuS} = 8 \cdot 10^{-37}, K_{H_2S} = 1,3 \cdot 10^{-21}$$

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong dung dịch $HClO_4$ 0,003M $\rightarrow [H^+] = 0,003M$



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$K_{H_2S} = \frac{[H^+]^2 \cdot [S^{2-}]}{[H_2S]} \rightarrow [S^{2-}] = \frac{1,3 \cdot 10^{-21} \cdot 0,1}{(0,003)^2} = 1,4 \cdot 10^{-17}$$

$$[Mn^{2+}] [S^{2-}] = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1,4 \cdot 10^{-17} = 2,8 \cdot 10^{-21} < T_{MnS}$$

$\Rightarrow$ MnS không kết tủa.

$$[Cu^{2+}] [S^{2-}] = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 1,4 \cdot 10^{-17} = 2,8 \cdot 10^{-21} > T_{CuS}$$

$\Rightarrow$ CuS kết tủa.

7. Cation kim loại M^{3+} có tính axit, với hằng số điện li axit bậc nhất là $5 \cdot 10^{-3}$. Tích số tan của $M(OH)_3$ là 10^{-37} . Bỏ qua bậc điện li axit thứ 2 và thứ 3 của M^{3+} .

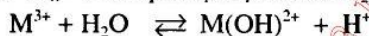
– Tính pH của dung dịch $M(NO_3)_3$ 0,01M.

– Tính pH và nồng độ mol của muối $M(NO_3)_3$ để bắt đầu có kết tủa $M(OH)_3$ xuất hiện.

Phân tích và hướng dẫn giải



$K_a \gg K_w \rightarrow$ Bỏ qua sự điện li của H_2O .



0,01

0,01 - x

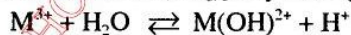
x

x

Tương tự trên, ta có: $x^2 / (0,01 - x) = 5 \cdot 10^{-3}$

$$\rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3} \rightarrow pH = 2,301.$$

+) Gọi C là nồng độ ban đầu của $M(NO_3)_3$ và y là nồng độ H^+ lúc cân bằng:



C

Lúc cân bằng C - y

y

y

$$K = y^2 / (C - y) = 5 \cdot 10^{-3} \rightarrow C - y = y^2 / 5 \cdot 10^{-3} \quad (*)$$

Bắt đầu có kết tủa $M(OH)_3$ xuất hiện khi $[M^{3+}] \cdot [OH^-]^3 = 10^{-37}$

$$\rightarrow (C - y) \cdot (10 - 14/y)^3 = 10^{-37} \quad (**)$$

Giải hệ (*), (**) được $y = 2 \cdot 10^{-3}$ và $C = 2,8 \cdot 10^{-3}$

Vậy nồng độ ban đầu của $M(NO_3)_3$ là $2,8 \cdot 10^{-3} M$ và $pH = -\lg(2 \cdot 10^{-3}) = 2,7$.

8. a. Tính thể tích H_2O tối thiểu cần để hoà tan 0,192g CaC_2O_4 ở $20^\circ C$, biết tích số tan của CaC_2O_4 là $3,6 \cdot 10^{-9}$ và sự biến đổi thể tích khi hoà tan là không đáng kể.

b. Nếu dùng dung dịch $CaCl_2$ 0,03M để hoà tan cùng lượng CaC_2O_4 ở trên cùng điều kiện $20^\circ C$ thì thể tích dung dịch $CaCl_2$ tối thiểu cần dùng là bao nhiêu?

Cho: Ca = 40; C = 12; O = 16; độ điện li $\alpha(CaC_2O_4) = 1$.

Phân tích và hướng dẫn giải

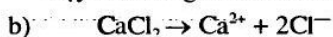
a) Số mol $CaC_2O_4 = \frac{0,192}{128} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}$

$$\text{Độ tan } S(\text{CaC}_2\text{O}_4) = \sqrt{T_1} = \sqrt{3,6 \cdot 10^{-9}} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

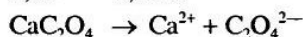
→ Thể tích dung dịch chứa $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaC}_2\text{O}_4$:

$$V_1 = 1,5 \cdot 10^{-3} / (6 \cdot 10^{-5}) = 25 \text{ (lít)}$$

Vậy cần dùng 25 lít nước để hoà tan.



$$0,03 \quad 0,03\text{M}$$



$$[\text{Ca}^{2+}] = S' \quad S' + 0,03 \quad S'$$

$$\text{Ta có: } S' \cdot (S' + 0,03) = 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ (coi } S' \ll 0,03) \rightarrow 0,03S' = 3,6 \cdot 10^{-9}$$

$$\rightarrow S' = 120 \cdot 10^{-9} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ (thật vậy: } 1,2 \cdot 10^{-7} \ll 0,03)$$

$$\rightarrow V_{\text{dd CaCl}_2} \text{ cần dùng} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 10^{-7}} = 12500 \text{ (lít)}.$$

9. Có dung dịch A chứa hỗn hợp hai muối $\text{MgCl}_2 (10^{-3} \text{ M})$ và $\text{FeCl}_3 (10^{-3} \text{ M})$.

Cho dung dịch NaOH vào dung dịch A.

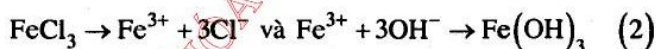
a) Kết tủa hydroxit kim loại nào tạo ra trước? Vì sao?

b) Tìm pH thích hợp để tách hết một trong hai ion Mg^{2+} hoặc Fe^{3+} ra khỏi dung dịch A.

Biết rằng nếu ion có nồng độ $\leq 10^{-6} \text{ M}$ thì coi như đã được tách hết.

$$\text{Biết: } T_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 10^{-11}, T_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = 10^{-39}.$$

Phân tích và hướng dẫn giải



$$\text{a) - Để tạo kết tủa } \text{Fe}(\text{OH})_3 \text{ thì } [\text{OH}^-] \geq \sqrt[3]{\frac{10^{-39}}{10^{-3}}} = 10^{-12} \text{ M}$$

$$\rightarrow [\text{H}^+] \leq 10^{-2} \rightarrow \text{pH} \geq 2 \text{ là bắt đầu có kết tủa } \text{Fe}(\text{OH})_3 \quad (I)$$

$$\text{- Để tạo kết tủa } \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow [\text{OH}^-] \geq \sqrt{\frac{10^{-11}}{10^{-3}}} = 10^{-4} \text{ M}$$

$$\rightarrow [\text{H}^+] \leq 10^{-10} \rightarrow \text{pH} \geq 10 \text{ là bắt đầu có kết tủa } \text{Mg}(\text{OH})_2 \quad (II)$$

Từ (I) và (II) $\rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ kết tủa trước $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

b) – Để kết tủa hết $\text{Fe}(\text{OH})_3$, tức là $[\text{Fe}^{3+}] \leq 10^{-6}$

$$\rightarrow [\text{OH}^-] \geq \sqrt[3]{\frac{10^{-39}}{10^{-6}}} = 10^{-11} \text{ M} \rightarrow [\text{H}^+] \leq 10^{-3} \rightarrow \text{pH} \geq 3$$

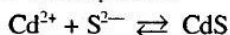
– Theo (II) $\text{pH} \geq 10$ mới bắt đầu có kết tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ từ MgCl_2 (10^{-3} M).

Vậy khoảng pH để tách hết Fe^{3+} ra khỏi dung dịch A mà chưa có kết tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ là: $3 \leq \text{pH} < 10$.

10. Hãy xác định nồng độ dung dịch HCl cần phải đưa vào để ngăn cản sự kết tủa của CdS trong 1 lít dung dịch chứa 0,01 mol H_2S và 0,001 mol Cd^{2+} . Biết $K_{\text{H}_2\text{S}} = 1,3 \cdot 10^{-21}$ và $T_{\text{CdS}} = 7,9 \cdot 10^{-27}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Viết PTHH tạo CdS :



$$T_{\text{CdS}} = 7,9 \cdot 10^{-27}$$



$$K_{\text{H}_2\text{S}} = 1,3 \cdot 10^{-21}$$

$$[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 7,9 \cdot 10^{-27} \Rightarrow \text{để không có kết tủa thì:}$$

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{7,9 \cdot 10^{-27}}{10^{-3}} = 7,9 \cdot 10^{-24} \text{ M} \quad (1)$$

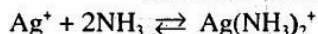
$$\frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 1,3 \cdot 10^{-21} \Rightarrow [\text{S}^{2-}] = \frac{1,3 \cdot 10^{-21} \cdot 10^{-2}}{[\text{H}^+]^2} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1), (2): } [\text{H}^+]^2 = \frac{1,3 \cdot 10}{7,9} = 1,645 \Rightarrow [\text{H}^+] = 1,282 \text{ (mol / l)} = C_{\text{HCl}}$$

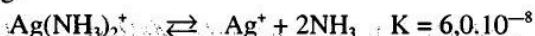
Vậy phải thêm tối thiểu 1,282 mol HCl vào 1 lít dung dịch.

11. Hoà tan 0,1 mol AgNO_3 trong 1 lít dung dịch NH_3 . Tính nồng độ tối thiểu mà dung dịch NH_3 phải có để khi thêm 0,5 mol NaCl vào dung dịch Ag^+ trong dung dịch NH_3 ta không được kết tủa AgCl .

Cho hằng số phân ly của $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$: $K = 6 \cdot 10^{-8}$; $T_{\text{AgCl}} = 1,6 \cdot 10^{-10}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Có cân bằng:



$$K = \frac{[Ag^+].[NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2^+]} = 6.10^{-8} \quad (*)$$

$[Cl^-] = 0,5 \text{ mol/lit}$. Kết tủa $AgCl$ không có nếu $[Ag^+].[Cl^-] \leq T_{AgCl}$

$$\Rightarrow [Ag^+] = \frac{6.10^{-8}[Ag(NH_3)_2^+]}{[NH_3]^2} \leq \frac{T_{AgCl}}{0,5} = 3,2.10^{-10} \quad (**)$$

Gọi x là nồng độ ban đầu của NH_3 trong dung dịch.



do K rất lớn nên $[Ag(NH_3)_2^+] = 0,1M$

$$\text{Từ } (**) \text{ có } \frac{6.10^{-8} \cdot 0,1}{(x-0,2)^2} \leq 3,2.10^{-10}$$

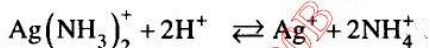
Giải ra ta được $x \geq 4,53$. Vậy giá trị tối thiểu nồng độ NH_3 là $4,53M$.

12. 1. Tính pH của dung dịch CH_3COOH $0,1M$.

2. Phải thêm vào 1 lít dung dịch trên bao nhiêu gam $NaOH$ để được dung dịch có pH = 3.

3. Xác định độ tan của $AgCN$ trong dung dịch đệm có pH = 3.

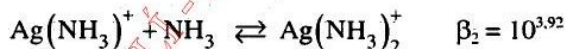
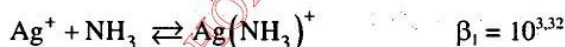
4. Ion phức $Ag(NH_3)_2^+$ bị phân huỷ trong môi trường axit theo phản ứng:



Để 90% ion phức có trong dung dịch $Ag(NH_3)_2^+$ $0,1M$ bị phân huỷ thì nồng độ H^+ tại trạng thái cân bằng là bao nhiêu?

Biết hằng số axit của CH_3COOH là $K_1 = 10^{-4,76}$, HCN là $K_2 = 10^{-9,35}$,

NH_4^+ là $K_3 = 10^{-9,24}$.



Phân tích và hướng dẫn giải



$C(M) \quad 0,1$

$[](M) \quad 0,1 - x$

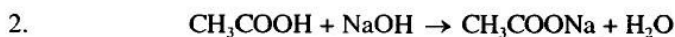
x

x

$$\frac{x^2}{(0,1-x)} = 10^{-4,76}$$

Giả sử $x \ll 0,1$ nên suy ra $x = 10^{-2,88} \Rightarrow pH = 2,88$.

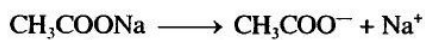
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



(M)

C

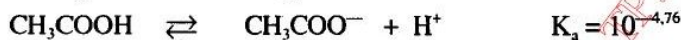
C



(M)

C

C



C⁰ (M)

0,1 - C

C

[] (M)

0,1 - C - 10⁻³

C + 10⁻³

10⁻³

$\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3} \text{M}$

$\frac{(C + 10^{-3})10^{-3}}{0,1 - C - 10^{-3}} = 10^{-4,76}$

$\Rightarrow C = 7,08 \cdot 10^{-4} \text{ (M)}$

$\Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 7,08 \cdot 10^{-4} \text{ (mol)}$

$\Rightarrow m_{\text{NaOH}} = 40 \cdot 7,08 \cdot 10^{-4} = 0,028 \text{ (g)}$

3.



C (M)

10⁻³

[] (M)

10⁻³ + S

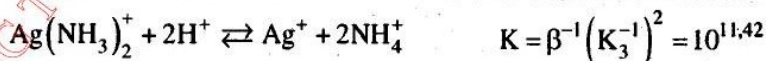
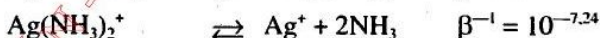
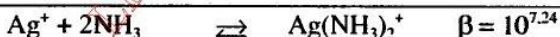
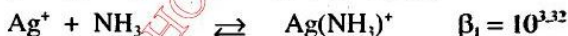
S

S

$\frac{S^2}{10^{-3} + S} = 10^{-6,31}$

$S^2 - 10^{-6,31}S - 10^{-9,31} = 0 \Rightarrow S = 2,2 \cdot 10^{-5}$

4.

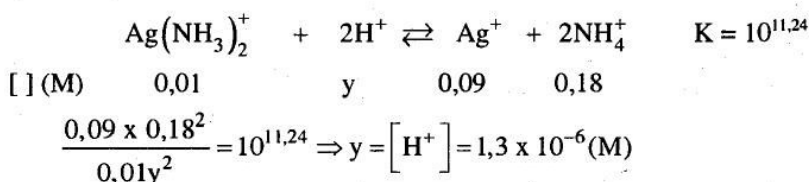


Khi phức bị phân huỷ 90% thì:

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = 0,1 - 0,1 \times 0,9 = 0,01 \text{ (M)}$

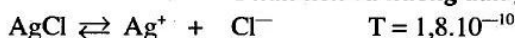
$[\text{Ag}^+] = 0,09 \text{ (M)}$

$[\text{NH}_4^+] = 0,09 \times 2 = 0,18 \text{ (M)}$



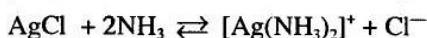
13. Tích số tan của AgCl bằng $1,8 \cdot 10^{-10}$. Hãy tính độ tan S của AgCl trong nước. Nếu AgCl tan trong dung dịch NH_3 1M thì độ tan sẽ là bao nhiêu? Biết hằng số bền của phức $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 10^8$.

Phân tích và hướng dẫn giải



Gọi S là độ tan AgCl trong nước nguyên chất:

$$S = \sqrt{T_{\text{AgCl}}} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-10}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{M}$$



$$K = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ [\text{Cl}^-]}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-]}{[\text{NH}_3]^2 [\text{Ag}^+]} = K_{\text{bền}} \cdot T$$

$$= 10^8 \cdot 1,8 \cdot 10^{-10} = 1,8 \cdot 10^{-2}$$

Gọi x là nồng độ của phức $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ được tạo ra khi tan AgCl vào NH_3 .

$$[\text{Cl}^-] = x$$

$$[\text{NH}_3] = 1 - 2x$$

$$K = 1,8 \cdot 10^{-2} = \frac{x^2}{(1 - 2x)^2} \Rightarrow x = 0,1$$

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 0,1 \text{M}$$

$\Rightarrow$ Chứng tỏ AgCl tan nhiều trong NH_3 .

14. Cần thêm bao nhiêu mol NH_3 vào dung dịch Ag^+ 0,004M để ngăn chặn sự kết tủa của AgCl khi $[\text{Cl}^-] = 0,001 \text{M}$.

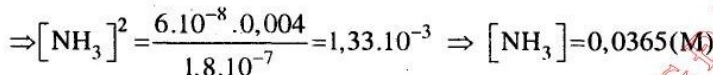
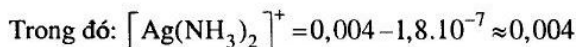
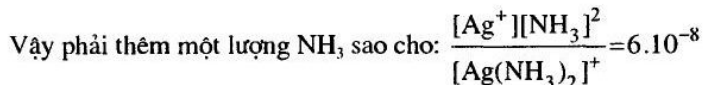
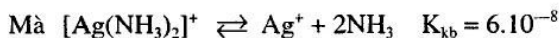
Biết $T_{\text{AgCl}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$, $K_{\text{b}} \text{ của } [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6 \cdot 10^{-8}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

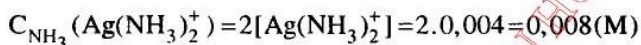


Để kết tủa không tạo thành trong dung dịch thì:

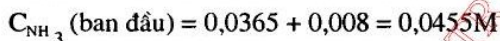
$$[\text{Ag}^+] \leq \frac{T_{\text{AgCl}}}{[\text{Cl}^-]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-10}}{0,001} = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{M}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Mặt khác lượng amoniac trong phức $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ là:

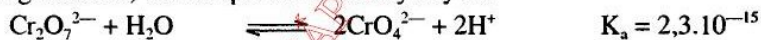


Vậy lượng NH_3 cần thêm vào để ngăn chặn sự hình thành kết tủa AgCl là:



Như vậy là cần thêm tối thiểu 0,0455 mol NH_3 nguyên chất vào 1 lít dung dịch đó để ngăn tạo kết tủa (coi thể tích dung dịch không thay đổi khi thêm amoniac nguyên chất vào dung dịch).

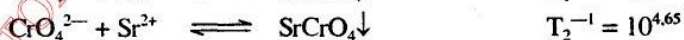
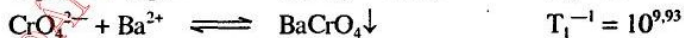
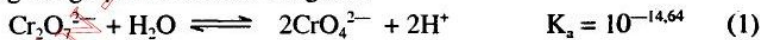
15. Dung dịch X chứa BaCl_2 0,01M và SrCl_2 0,1M. Cho một ít tinh thể $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ vào X (thể tích dung dịch X không thay đổi và nồng độ cân bằng của $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ trong X là 1M) có các quá trình sau đây xảy ra:



Tính khoảng pH để có thể kết tủa hoàn toàn Ba^{2+} dưới dạng BaCrO_4 mà không kết tủa SrCrO_4 .

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong dung dịch có các cân bằng sau:



Điều kiện để có kết tủa hoàn toàn BaCrO_4 :

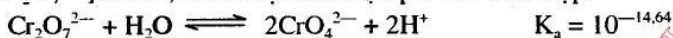
$$C_{\text{CrO}_4^{2-}} > \frac{T_1}{[\text{Ba}^{2+}]} = \frac{10^{-9,93}}{10^{-6}} = 10^{-3,93}\text{M}$$

Điều kiện để không có kết tủa SrCrO_4 :

$$C_{\text{CrO}_4^{2-}} < \frac{T_2}{C_{\text{Sr}^{2+}}} = \frac{10^{-9,93}}{10^{-6}} = 10^{-3,65}\text{M}$$

Như vậy muốn tách Ba^{2+} ra khỏi Sr^{2+} dưới dạng $BaCrO_4$ thì phải thiết lập khu vực nồng độ: $10^{-3,93} M < C_{CrO_4^{2-}} < 10^{-3,65} M$ (2)

Áp dụng định luật tác dụng khối lượng đối với (1), trong đó $C_{CrO_4^{2-}}$ tính theo (2) và $[Cr_2O_7^{2-}] = 1M$, tính được khu vực pH cần thiết lập:



Tại cân bằng: 1M

C x

$$x = [H^+] = \sqrt{10^{-14,64} \cdot \frac{1}{C^2}} = \frac{10^{-7,32}}{C} \Rightarrow 10^{-3,67} \leq [H^+] \leq 10^{-3,39}$$

$$\Rightarrow 3,4 \leq pH \leq 3,7$$

16. A là dung dịch chứa $AgNO_3$ 0,01M, NH_3 0,25M và B là dung dịch chứa các ion Cl^- , Br^- , I^- đều có nồng độ 0,01M. Trộn dung dịch A với dung dịch B (giả thiết ban đầu nồng độ các ion không đổi). Hỏi kết tủa nào được tạo thành? Trên cơ sở của phương pháp, hãy đề nghị cách nhận biết ion Cl^- trong dung dịch có chứa đồng thời ba ion trên?

Biết: $Ag(NH_3)_2^+ \rightleftharpoons Ag^+ + 2NH_3$ $K = 10^{-7,24}$;

$T_{AgCl} = 1,78 \cdot 10^{-10}$; $T_{AgBr} = 10^{-13}$; $T_{AgI} = 10^{-16}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Vì $AgNO_3$ tạo phức với NH_3 (vì $K = 10^{7,24}$ rất lớn và NH_3 rất dư nên coi như phản ứng tạo phức xảy ra hoàn toàn) nên trong dung dịch A chứa $Ag(NH_3)_2^+$ 0,01M và $NH_3 = 0,25 - 0,01 \cdot 2 = 0,23M$



Ban đầu 0,01 0 0,23

Cân bằng 0,01-x x 0,23+2x

$$K = 10^{-7,24} = \frac{x(0,23 + 2x)^2}{0,01 - x}$$

Giải được $x = 1,09 \cdot 10^{-8}$.

Vậy nồng độ cân bằng của $Ag^+ = 1,09 \cdot 10^{-8}M$.

Ta có: $Q = [Ag^+]. [X^-] = 1,09 \cdot 10^{-8} \cdot 0,01 = 1,09 \cdot 10^{-10}$

Như vậy:

- $Q < T_{AgCl} \rightarrow$ nên không có kết tủa $AgCl$.

- $Q > T_{AgBr}$ và T_{AgI} nên có kết tủa $AgBr$ và AgI .

Để nhận biết Cl^- trong dung dịch có chứa đồng thời 3 ion trên, ta dùng dung dịch A để loại bỏ Br^- và I^- (tạo kết tủa), sau đó thêm từ từ axit để phá phức $[Ag(NH_3)_2]^+$ làm tăng nồng độ Ag^+ , khi đó Q tăng lên và $Q > T_{AgCl}$ mới có kết tủa $AgCl$ (nhận ra Cl^-).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

17. Hoà tan 8,00g một hidroxít kim loại chưa biết có công thức $M(OH)_2$ vào 1,00 dm³ nước thì thu được 6,52g chất rắn không tan còn lại. Thêm tiếp 51,66 gam $M(NO_3)_2$ vào dung dịch thì thấy khối lượng pha rắn tăng đến 7,63g.

Hãy xác định tên kim loại này. Giả thiết rằng thể tích dung dịch không thay đổi, các chất tan đều điện li hoàn toàn và lượng muối nitrat thêm vào tan hết trong dung dịch.

Phân tích và hướng dẫn giải

Chất rắn không tan còn lại là $M(OH)_2$

Khối lượng hidroxít tan vào nước: $8,00 - 6,52 = 1,48g$

$$\rightarrow n_{M(OH)_2} = \frac{1,48}{M + 34} (\text{mol})$$

$$\text{Nồng độ các ion trong dung dịch: } [M^{2+}] = \frac{1,48}{M + 34} (M)$$

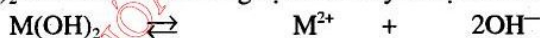
$$[OH^-] = \frac{2 \times 1,48}{M + 34} = \frac{2,96}{M + 34} (M)$$

Tích số tan của $M(OH)_2$ trong nước:

$$T_{M(OH)_2} = [M^{2+}][OH^-] = \frac{4 \times 1,48^3}{(M + 34)^3}$$

$$\text{Lượng } M^{2+} \text{ thêm vào: } C_{M^{2+}} = \frac{51,66}{M + 124} (M)$$

Do $M(NO_3)_2$ hoà tan hết vào dung dịch nên xảy ra sự dời mức cân bằng:



$$\text{Ban đầu} \quad \frac{51,66}{M + 124} \quad 10^{-7}$$

$$\text{Điện li} \quad x \quad x \quad 2x$$

$$\text{Cân bằng} \quad \left(x + \frac{51,66}{M + 124} \right) (10^{-7} + 2x)$$

$$\text{Mất khác:} \quad x = \frac{8 - 7,63}{M + 34} = \frac{0,37}{M + 34} (M)$$

$$\text{Tại cân bằng mới: } [OH^-] = (10^{-7} + 2x) \approx \frac{0,74}{M + 34} (M)$$

$$[M^{2+}] = \left(\frac{0,37}{M + 34} + \frac{51,66}{M + 124} \right) (M)$$

$$T_{M(OH)_2} = [M^{2+}][OH^-] = \left(\frac{0,37}{M + 34} + \frac{51,66}{M + 124} \right) \left(\frac{0,74}{M + 34} \right)^2 (M^3)$$

$$\Rightarrow \frac{23,68}{M+34} = \frac{0,37}{M+34} + \frac{51,66}{M+124} \Rightarrow M = 40$$

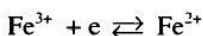
Vậy kim loại là canxi. Hidroxit là $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

18. Một dung dịch chứa 0,2 mol Fe^{2+} và 0,2 mol Fe^{3+} . Dung dịch được điều chỉnh đến pH = 1. Xác định thế của dung dịch.

Thêm vào dung dịch các ion OH^- cho đến khi pH = 5 (bỏ qua sự thay đổi thể tích dung dịch). Thế của dung dịch đo được bằng 0,152V. Chất nào đã kết tủa và khối lượng bao nhiêu? Tính tích số tan $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

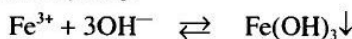
Biết: $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = +0,77\text{V}$; $\text{Fe} = 56$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$+ E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + \frac{0,059}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = 0,77(\text{V})$$

+ Khi pH = 5, thế dung dịch giảm xuống 0,152V $\Rightarrow [\text{Fe}^{3+}] \downarrow$ giảm xuống $\Rightarrow$ có kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_3$.



$$\text{Ta có: } 0,152 = 0,77 + 0,059 \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{0,2}$$

$$\Rightarrow [\text{Fe}^{3+}] \approx 10^{-11} \ll [\text{Fe}^{2+}] \text{ đầu}$$

Coi như Fe^{3+} kết tủa hoàn toàn.

$$m_{\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow} = 0,2 \times 107 = 21,4\text{g}$$

$$T_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = [\text{Fe}^{3+}] [\text{OH}^-]^3 = 10^{-11} \cdot \left(\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \right)^3 = 10^{-11} \times 10^{-27} = 10^{-38}$$

19. Dung dịch A gồm FeCl_3 0,10M, MnCl_2 0,10M, ZnCl_2 0,01M, CdCl_2 0,10M.

Sục khí H_2S vào dung dịch A đến bão hòa (nồng độ H_2S bão hòa = 0,10M), thu được kết tủa B. Hỏi kết tủa B gồm những chất nào? (trả lời bằng tính toán cụ thể).

Cho: $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,77\text{V}$; $E_{\text{S}/\text{H}_2\text{S}}^0 = 0,14\text{V}$; $2,303 \frac{RT}{F} \ln = 0,0592 \lg$ (ở 25°C);

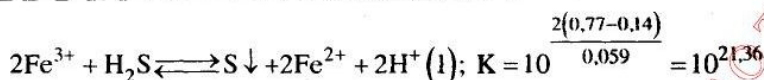
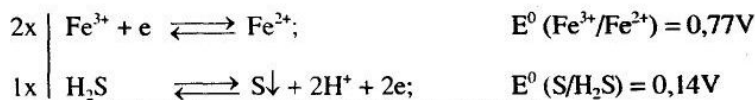
$$pT_{(\text{FeS})} = 17; pT_{(\text{MnS})} = 9,6; pT_{(\text{ZnS})} = 21,6; pT_{(\text{CdS})} = 26 \quad (\text{Với } T \text{ là tích số tan};$$

$$pT = -\lg T; pK_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 7; pK_{a2}(\text{HS}^-) = 13.$$

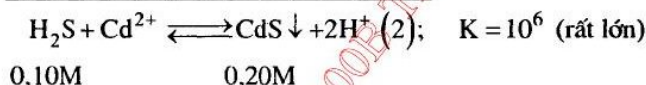
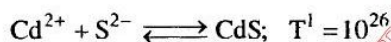
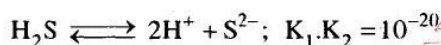
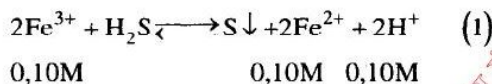
Phân tích và hướng dẫn giải

Khi sục khí H_2S vào dung dịch A có thể các quá trình sau:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

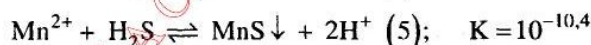
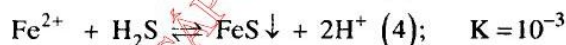


Phản ứng (1) có K rất lớn nên coi như xảy ra hoàn toàn:



(Phản ứng (2) cũng có K lớn nên coi như xảy ra hoàn toàn, Cd^{2+} kết tủa hết).

Tương tự:



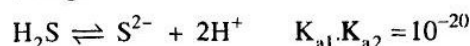
Phản ứng (5) có K rất nhỏ, nên ta có thể xem như không tạo ra kết tủa MnS.

Còn các phản ứng (3), (4) có K nhỏ, do đó cần phải kiểm tra điều kiện kết tủa của ZnS và FeS:

Vì môi trường axit ($[\text{H}^+] = 0,10 + 0,20 = 0,30\text{M}$) $\rightarrow$ coi $C'_{\text{Zn}^{2+}} = C_{\text{Zn}^{2+}} = 0,01\text{M}$

$$C'_{\text{Fe}^{2+}} = C_{\text{Fe}^{2+}} = 0,10\text{M}$$

Đối với H_2S , do $K_{a2} \ll K_{a1} = 10^{-7}$ nhỏ $\rightarrow$ khả năng phân li của H_2S trong môi trường axit không đáng kể, do đó chấp nhận $[\text{H}^+] = C_{\text{H}^+} = 0,30\text{M} \rightarrow$ Tính $[\text{S}^{2-}]$ theo cân bằng:



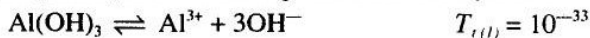
$$\text{Ta có: } \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 10^{-20} \Rightarrow [\text{S}^{2-}] = \frac{[\text{H}_2\text{S}] \cdot 10^{-20}}{[\text{H}^+]^2} = \frac{0,1 \cdot 10^{-20}}{0,3^2} = 1,1 \cdot 10^{-20}$$

Ta có: $[S^{2-}][Zn^{2+}] = 1,1 \cdot 10^{-20} \cdot 10^{-2} = 1,1 \cdot 10^{-22} < T_{(ZnS)} \rightarrow$ không có $ZnS \downarrow$

Tương tự: $[S^{2-}][Fe^{2+}] = 1,1 \cdot 10^{-20} = 1,1 \cdot 10^{-21} << T_{(FeS)} \rightarrow$ không có $FeS \downarrow$.

Vậy kết quả B có S, CdS.

20. $Al(OH)_3$ là một hidroxít lưỡng tính có thể tồn tại 2 cân bằng sau:

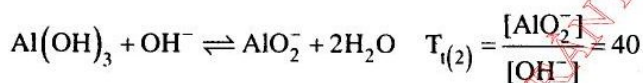


a. Viết biểu thức biểu thị độ tan toàn phần của $Al(OH)_3$ ($S = [Al^{3+}] + [AlO_2^-]$) dưới dạng một hàm của $[H_3O^+]$.

b. Ở pH bằng bao nhiêu thì S cực tiểu? Tính giá trị S cực tiểu.

Phân tích và hướng dẫn giải

Xét hai cân bằng:



$$\text{Từ } T_{(1)}: [Al^{3+}] = \frac{10^{-33}}{[OH^-]^3} = \frac{10^{-33} \cdot [H_3O^+]}{(10^{-14})^3} = 10^9 \cdot [H_3O^+]$$

$$\text{Từ } T_{(2)}: [AlO_2^-] = 40 \cdot [OH^-] = 40 \cdot \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}$$

$$\text{Do đó } S = [Al^{3+}] + [AlO_2^-] = 10^9 \cdot [H_3O^+] + 40 \cdot \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}$$

$$S \text{ cực tiểu khi đạo hàm } \frac{dS}{d[H_3O^+]} = 3 \cdot 10^9 [H_3O^+]^2 - \frac{4 \cdot 10^{-13}}{[H_3O^+]^2} = 0$$

$$\Rightarrow [H_3O^+]^4 = \frac{4 \cdot 10^{-13}}{3 \cdot 10^9} \Rightarrow [H_3O^+] = 133,33 \cdot 10^{-24}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 3,4 \cdot 10^{-6}$$

$$\Rightarrow pH = -\lg[H_3O^+] = -(-6) - \lg 3,4 = 5,47.$$

$$\text{Vậy } S_{\min} = 10^9 \cdot (3,4 \cdot 10^{-6}) + 40 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-13}}{3,4 \cdot 10^{-6}} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

21. Cho biết độ tan của $CaSO_4$ là 0,2 gam trong 100 gam nước. Ở $20^\circ C$, khối lượng riêng của dung dịch $CaSO_4$ bão hòa coi như bằng 1 gam/ml. Hỏi khi trộn 50 ml

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

dung dịch CaCl_2 0,012M với 150 ml dung dịch Na_2SO_4 0,004M ở 20°C thì có xuất hiện kết tủa không?

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong dung dịch bão hòa CaSO_4 :

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 1,47 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Khi trộn dung dịch CaCl_2 với Na_2SO_4 thì:

$$[\text{Ca}^{2+}] = (1,2 \cdot 10^{-2} \cdot 50) : 200 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = (4 \cdot 10^{-3} \cdot 150) : 200 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Vì cả $[\text{Ca}^{2+}]$ và $[\text{SO}_4^{2-}]$ đều chưa đạt tới nồng độ của dung dịch bão hòa nên không có kết tủa.

22. Trong môi trường axit, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ bị KMnO_4 oxi hóa thành CO_2 . Trộn 50,00 ml dung dịch KMnO_4 0,0080M với 25,00 ml $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,20M và 25,00 ml dung dịch HClO_4 0,80M được dung dịch A.

Trộn 10,00 ml dung dịch A với 10,00 ml dung dịch B gồm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,020M và $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 0,10M. Có kết tủa nào tách ra?

Chấp nhận sự cộng kết là không đáng kể, thể tích dung dịch tạo thành khi pha trộn bằng tổng thể tích của các dung dịch thành phần.

Cho: $\text{pK}_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1,25$; $\text{pK}_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 4,27$; $\text{pK}_{a1}(\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2) = 6,35$;

$$\text{pK}_{a2}(\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2) = 10,33$$
; $\text{pK}_s(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 8,75$; $\text{pK}_s(\text{CaCO}_3) = 8,35$;

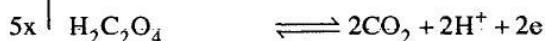
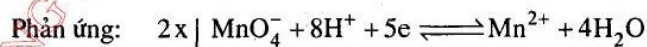
$$\text{pK}_s(\text{BaC}_2\text{O}_4) = 6,80$$
; $\text{pK}_s(\text{BaCO}_3) = 8,30$;

($\text{pK}_s = -\lg K_s$, với K_s là tích số tan; $\text{pK}_a = -\lg K_a$, với K_a là hằng số phân li axit).

Độ tan của CO_2 trong nước ở 25°C là $L_{\text{CO}_2} = 0,030 \text{ M}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

- *) Sau khi trộn: $C_{\text{MnO}_4^-} = 0,0040 \text{ M}$; $C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,050 \text{ M}$; $C_{\text{H}^+} = 0,20 \text{ M}$



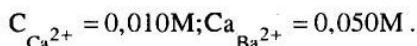
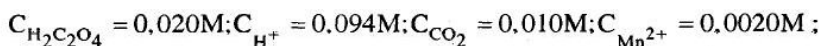
$$0,0040 \quad 0,050 \quad 0,20$$

$$- \quad 0,040 \quad 0,188 \quad 0,0040 \quad 0,020$$

TPGH:



*) Trộn dung dịch A và dung dịch B:



Vì sự phân li của axit cacbonic (hỗn hợp $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) không đáng kể trong môi trường axit, do đó có thể coi $[\text{CO}_2] = 0,010\text{M}$ và khả năng chỉ xuất hiện kết tủa oxalat (nếu có).

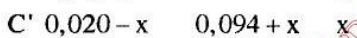
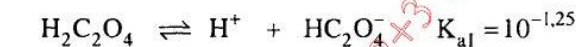
Xét thứ tự kết tủa:

$$- \text{Để có kết tủa } \text{CaC}_2\text{O}_4 : C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(1)} \geq \frac{K_{\text{S}(\text{CaC}_2\text{O}_4)}}{C'_{\text{Ca}^{2+}}} = \frac{10^{-8,75}}{0,01} = 10^{-6,75} \text{ M}$$

$$- \text{Để có kết tủa } \text{BaC}_2\text{O}_4 : C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(2)} \geq \frac{K_{\text{S}(\text{BaC}_2\text{O}_4)}}{C'_{\text{Ba}^{2+}}} = \frac{10^{-6,8}}{0,05} = 10^{-5,5} \text{ M}$$

Vì $C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(1)} < C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(2)} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$ sẽ kết tủa trước.

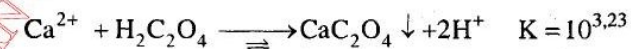
Do $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \gg K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ nên nồng độ các cấu tử được tính theo cân bằng:



$$\rightarrow C'_{\text{HC}_2\text{O}_4^-} = x = 7,15 \cdot 10^{-3} \text{ M}; C'_{\text{H}^+} = 0,1012 \text{ M} \rightarrow C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = K_{a2} \frac{C'_{\text{HC}_2\text{O}_4^-}}{C'_{\text{H}^+}} = 10^{-5,42} \text{ M}$$

$$C'_{\text{Ca}^{2+}} \cdot C'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,01 \cdot 10^{-5,42} = 10^{-7,42} > 10^{-8,75} = K_{\text{S}(\text{CaC}_2\text{O}_4)}$$

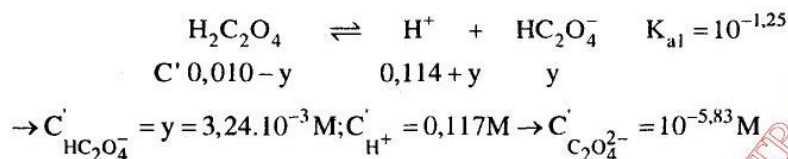
$\rightarrow$ có CaC_2O_4 kết tủa theo phản ứng:



Đánh giá khả năng kết tủa BaC_2O_4 từ lượng dư $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$:

Tương tự:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



$$\text{C}'_{\text{Ba}^{2+}} \cdot \text{C}'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,05 \cdot 10^{-5,83} = 10^{-7,13} < 10^{-6,8} = K_s(\text{BaC}_2\text{O}_4)$$

→ không có BaC_2O_4 kết tủa.

$$\text{Khi đó } \text{C}'_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{K_s(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{\text{C}'_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}} = \frac{10^{-8,75}}{10^{-5,83}} = 10^{-2,92} \text{ (M)}$$

$$\text{Kiểm tra: } \text{C}'_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{H}^+]^2} = \frac{10^{-16,68} \cdot 0,01}{(0,117)^2} = 1,53 \cdot 10^{-17} \text{ (M)}$$

$$\rightarrow \text{C}'_{\text{Ca}^{2+}} \cdot \text{C}'_{\text{CO}_3^{2-}} < K_s(\text{CaCO}_3); \text{C}'_{\text{Ba}^{2+}} \cdot \text{C}'_{\text{CO}_3^{2-}} < K_s(\text{BaCO}_3)$$

→ không có CaCO_3 và BaCO_3 tách ra.

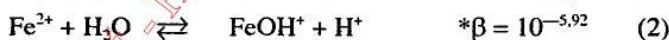
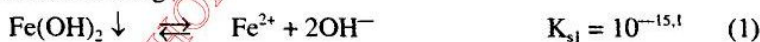
23. Tính độ tan trong nước và pH của dung dịch bão hoà $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Cho tích số tan

$K_s \text{Fe}(\text{OH})_2 = 10^{-15,1}$ và hằng số thủy phân bậc nhất của Fe^{2+} là

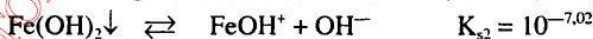
$$* \beta = 10^{-5,92}$$

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có các cân bằng sau:



So sánh cân bằng (1) và (4): $K_{s2} \gg K_{s1} \Rightarrow$ Độ tan được tính theo (4):



$$\Rightarrow \text{S} = [\text{FeOH}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_{s2}} = 10^{-3,51}$$

$$\Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] (1) = \frac{K_{s1}}{[\text{OH}^-]^2} = 10^{-8,08} \ll [\text{FeOH}^+] = 10^{-3,51}$$

Vậy $\text{S} = 10^{-3,51}$ và $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 10,49$.

24. Tìm khoảng pH tối ưu để tách một trong hai ion Ba^{2+} và Sr^{2+} ra khỏi dung dịch có chứa BaCl_2 0,1M và SrCl_2 0,1M với thuốc thử $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1M. Biết rằng trong dung dịch $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ có các cân bằng:



$$\text{Cho } T_{\text{BaCrO}_4} = 10^{-9,7}; T_{\text{SrCrO}_4} = 10^{-4,4}$$

Điều kiện để xem một ion kết tủa hoàn toàn là: $[\text{Ion}] \leq 10^{-6} \text{ M}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Để bắt đầu kết tủa BaCrO}_4, \text{ nồng độ } \text{CrO}_4^{2-} > \frac{10^{-9,7}}{0,1} = 10^{-8} \text{ M}$$

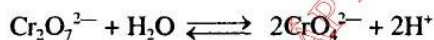
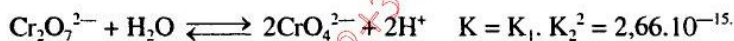
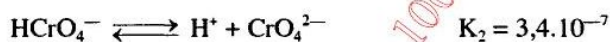
$$\text{Để bắt đầu kết tủa SrCrO}_4, \text{ nồng độ } \text{CrO}_4^{2-} > \frac{10^{-4,4}}{0,1} = 10^{-3,4} \text{ M}$$

$\Rightarrow \text{BaCrO}_4$ kết tủa trước SrCrO_4 .

Để tách Ba^{2+} ra khỏi Sr^{2+} khi SrCrO_4 bắt đầu kết tủa thì $[\text{Ba}^{2+}] \leq 10^{-6} \text{ M}$

$$\Rightarrow [\text{CrO}_4^{2-}] > \frac{10^{-9,7}}{10^{-6}} = 10^{-3,7} \text{ M}$$

Giới hạn nồng độ CrO_4^{2-} là $10^{-3,7} < [\text{CrO}_4^{2-}] < 10^{-3,4}$



Bd(M): 1

$[\text{H}^+]: 1-x/2$

$$K = \frac{x^2 [\text{CrO}_4^{2-}]^2}{(1 - \frac{x}{2})} = 2,66 \cdot 10^{-15}$$

Nếu $[\text{CrO}_4^{2-}] = 10^{-3,7}$ thì $x = 2,585 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \text{pH} = 3,64$.

Nếu $[\text{CrO}_4^{2-}] = 10^{-3,4}$ thì $x = 1,296 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \text{pH} = 3,89$.

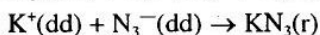
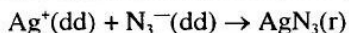
Vậy $3,64 < \text{pH} < 3,89$.

25. Cho các số liệu sau ở 298K:

	Ag^+ (dd)	N_3^- (dd)	K^+ (dd)	AgN_3 (r)	KN_3 (r)
ΔG_{tt}^0 (kJ.mol ⁻¹)	77	348	-283	378	77

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

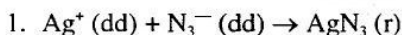
1) Xác định chiều xảy ra của các quá trình sau:



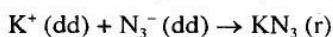
2) Tính tích số tan của chất điện li ít tan.

3) Hỏi phản ứng gì xảy ra khi muối KN_3 tác dụng với HCl đặc.

Phân tích và hướng dẫn giải



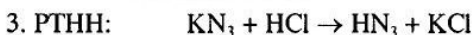
$$\Delta G^0 = 378 - (77 + 348) = -47 \text{ kJ} < 0 \Rightarrow \text{phản ứng xảy ra chiều thuận.}$$



$$\Delta G^0 = 77 - (-283 + 348) = 12 \text{ kJ} > 0 \Rightarrow \text{Chiều nghịch.}$$

2. AgN_3 là chất ít tan. Gọi K_s là tích số tan của nó:

$$\lg K_s = \frac{-47000}{2.303.8.314.298} = -8,237 \Rightarrow K_s = 5,79.10^{-9}$$



26. 1. Điện phân dung dịch X chứa NiSO_4 0,02M và CoSO_4 0,01M trong axit H_2SO_4 0,5M ở 25°C , dùng điện cực Pt với dòng điện $I = 0,2\text{A}$.

a. Viết phương trình phản ứng xảy ra ở các điện cực, tính thế của các cặp oxi hóa khử ở từng điện cực và cho biết hiệu thế tối thiểu phải đặt vào hai cực để quá trình điện phân bắt đầu xảy ra.

b. Cation nào bị điện phân trước? Khi cation thứ hai bắt đầu điện phân thì nồng độ của cation thứ nhất còn bao nhiêu?

2. Nếu điện phân dung dịch chứa NiSO_4 0,02M; CoSO_4 0,01M và NaCN 1M thì kim loại nào sẽ tách ra trước? Có thể tách hai kim loại ra khỏi nhau bằng phương pháp điện phân dung dịch này không? Biết rằng một ion được coi là tách hoàn toàn khỏi dung dịch khi nồng độ ion của nó còn lại trong dung dịch nhỏ hơn 10^{-6}M .

Cho biết ở 25°C :

$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 = -0,233\text{V}; E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^0 = -0,277\text{V}; E_{\text{O}_2, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}}^0 = 1,23\text{V}; P_{\text{O}_2} = 0,2 \text{ atm}$$

Các phức chất: $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$ có $\lg \beta_1 = 19,09$; $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ có $\lg \beta_2 = 30,22$

Quá thế của H_2/Pt đủ lớn để quá trình điện phân H^+ và nước tại catot không xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 + (0,0592 : 2) \cdot \lg [\text{Ni}^{2+}] = -0,283\text{V}$$



$$E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^0 + (0,0592 : 2) \cdot \lg [\text{Co}^{2+}] = -0,336\text{V}$$

Tại anot: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}$ (3)

$$E_{\text{O}_2, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}} = E_{\text{O}_2, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}}^0 + (0,0592 : 4) \cdot \lg \left\{ [\text{H}^+]^4 \cdot P_{\text{O}_2} \right\} = 1,22\text{V}$$

Thế phân hủy tối thiểu $\Delta V_{\min} = 1,22 - (-0,283) = 1,503\text{V}$

(ứng với phương trình điện phân: $2\text{Ni}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ni} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$)

b) Từ kết quả trên nhận thấy Ni^{2+} điện phân trước.

Khi Co^{2+} bắt đầu điện phân:

$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 + (0,0592 : 2) \cdot \lg [\text{Ni}^{2+}] = E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,336\text{V}$$

$$\Rightarrow [\text{Ni}^{2+}] = 3,21 \cdot 10^{-5}\text{M} \text{ (hay } 10^{-4,493}\text{M)}$$

2. Nếu điện phân dung dịch chứa NiSO_4 0,02M và CoSO_4 0,01M có chứa NaCN 1M:

Có các cân bằng: $\text{Co}^{2+} + 6\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$ (4) $\lg \beta_1 = 19,09$

$$\text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} \quad (5) \lg \beta_2 = 30,22$$

Vì β_1 và β_2 rất lớn; $C_{\text{Ni}^{2+}}^0$ và $C_{\text{Co}^{2+}}^0 \ll C_{\text{CN}^-}^0$ nên sự tạo phức coi như hoàn toàn

TPGH: $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} = 0,02\text{M}$; $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-} = 0,01\text{M}$; $[\text{CN}^-] = 0,86\text{M}$ được coi là thành phần cân bằng:

$$\Rightarrow [\text{Ni}^{2+}] = 2,20 \cdot 10^{-32}\text{M} \Rightarrow E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -1,17\text{V}$$

$$\Rightarrow [\text{Co}^{2+}] = 2,01 \cdot 10^{-21}\text{M} \Rightarrow E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,883\text{V}$$

Từ kết quả trên ta thấy Co^{2+} bị điện phân trước tại catot.

Chú ý: Có thể tính E thông qua cặp oxi hóa – khử: $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} / \text{Ni}, \text{CN}^-$ và

$$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-} / \text{Co}, \text{CN}^-).$$

Co^{2+} điện phân được coi là hết khi: $[\text{Co}^{2+}] + [\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-} = 10^{-6}\text{M}$

$$\Rightarrow [\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-} \approx 10^{-6}\text{M}; [\text{CN}^-] \approx 0,92\text{M} \Rightarrow [\text{Co}^{2+}] = 1,34 \cdot 10^{-25}\text{M}$$

$$E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -1,013\text{V} > E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -1,17\text{V} \Rightarrow \text{Ni}^{2+} \text{ chưa điện phân.}$$

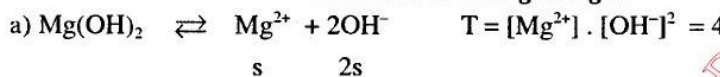
Vậy có thể tách hai kim loại ra khỏi nhau bằng phương pháp điện phân trên.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Củ Thanh Toàn

27. Độ tan của $\text{Mg}(\text{OH})_2$ trong nước ở 18°C là $9 \cdot 10^{-3}$ g/lít còn ở 100°C là $4 \cdot 10^{-2}$ g/lít.

a) Tính tích số tan của $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ở hai nhiệt độ và pH của các dung dịch bão hòa.

b) Tính các đại lượng ΔH^0 , ΔG^0 và ΔS^0 của phản ứng hoà tan, coi ΔH^0 và ΔS^0 không thay đổi theo nhiệt độ.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \text{ Ở } 291\text{K}: T_{291} = 4 \cdot \left(\frac{9 \cdot 10^{-3}}{58} \right)^3 = 4 \cdot (1,552 \cdot 10^{-4})^3 = 1,495 \cdot 10^{-11}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg(2 \cdot 1,552 \cdot 10^{-4}) = 10,49$$

$$+ \text{ Ở } 373\text{K}: T_{373} = 4 \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-2}}{58} \right)^3 = 1,312 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg(2 \cdot 6,897 \cdot 10^{-4}) = 11,14$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \Delta H^0 &= \frac{RT_2 T_1}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{T_{373}}{T_{291}} \\ &= \frac{8,314 \cdot 373 \cdot 291}{373 - 291} \cdot \ln \frac{1,312 \cdot 10^{-9}}{1,495 \cdot 10^{-11}} = 49243,8 (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}) \end{aligned}$$

Tính độ tan của $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ở 298K :

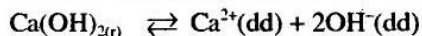
$$\ln \frac{T_{298}}{T_{291}} = -\frac{\Delta H^0}{R} \cdot \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{291} \right) = -\frac{49243,8}{8,314} \cdot \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{291} \right)$$

$$\text{Suy ra } T_{298} = 2,41 \cdot 10^{-11}$$

$$\begin{aligned} \text{Từ biểu thức: } \Delta G_{298}^0 &= -RT \ln T_{298} = -8,314 \cdot 298 \ln(2,41 \cdot 10^{-11}) \\ &= 60573,7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 60,5737 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K} \end{aligned}$$

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H^0 - 298 \cdot \Delta S^0 \Rightarrow \Delta S^0 = -38,02 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}$$

28. Canxi hidroxit là một bazơ ít tan. Trong dung dịch nước có tồn tại cân bằng:

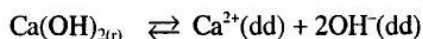


$$\text{Biết: } \Delta G^0 (\text{kCal} \cdot \text{mol}^{-1}) \quad -214,3 \quad -132,18 \quad -37,59$$

Hãy tính:

a. Tích số tan của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ở 25°C ?

b. Tính nồng độ các ion Ca^{2+} , OH^- trong dung dịch nước ở 25°C .

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\begin{aligned}\Delta G^0_{\text{phản ứng}} &= \Delta G^0_{(\text{Ca}^{2+})} + 2\Delta G^0_{(\text{OH}^-)} - \Delta G^0_{\text{Ca(OH)}_2} \\ &= -132,18 + 2 \cdot (-37,59) - (-214,3) = +6,9 \text{ kCal}\end{aligned}$$

$$\text{Mặt khác: } \Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$\text{Nên: } \lg K = -\frac{\Delta G^0}{2,303 \cdot RT}$$

$$\Rightarrow \lg K = -\frac{6,9}{2,303 \times 1,987 \cdot 10^{-3} \times 298} = -5,06$$

$$\Rightarrow K = 8,71 \cdot 10^{-8} = T_{\text{Ca(OH)}_2}$$

$$\Leftrightarrow [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 8,71 \cdot 10^{-8} \Leftrightarrow 4[\text{Ca}^{2+}]^3 = 8,71 \cdot 10^{-8}$$

$$\Rightarrow [\text{Ca}^{2+}] = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ (M)}$$

$$[\text{OH}^-] = 2[\text{Ca}^{2+}] = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ (M)}$$

29. Ở nhiệt độ thường, độ tan của BaSO_4 trong nước là $1,05 \cdot 10^{-5} \text{ (mol. l}^{-1}\text{)}$. Tính xem độ tan của BaSO_4 sẽ thay đổi thế nào nếu người ta pha thêm vào nước BaCl_2 hay Na_2SO_4 để cho nồng độ của chúng bằng $0,01 \text{ (mol. l}^{-1}\text{)}$?

Phân tích và hướng dẫn giải

- BaCl_2 , Na_2SO_4 tan tốt, ta xem độ điện li bằng 1.



- Ta có: $[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ (M)}$

$$T_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (1,05 \cdot 10^{-5})^2 = 1,11 \cdot 10^{-10}$$

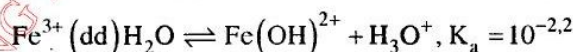
Ở nhiệt độ cố định, việc cho thêm vào dung dịch các ion Ba^{2+} , SO_4^{2-} với nồng độ như nhau thì cân bằng (1) chuyển dịch theo chiều nghịch ở mức độ như nhau, BaSO_4 sẽ ít tan hơn.

- Gọi x là độ tan của BaSO_4 tính ra $\text{(mol. l}^{-1}\text{)}$.

- Xét trường hợp thêm Na_2SO_4 , ta có:

$$x \cdot (x + 0,01) = 1,1 \cdot 10^{-10} \Rightarrow x = 1,1 \cdot 10^{-8}$$

30. Ion Fe^{3+} (dd) là axit, phản ứng với nước theo cân bằng:



Tính nồng độ mol/lít của dung dịch FeCl_3 bắt đầu gây ra kết tủa Fe(OH)_3 và tính pH của dung dịch lúc bắt đầu kết tủa. Cho $T_{\text{Fe(OH)}_3} = 10^{-38}$, $K_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-14}$.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$K_a = \frac{x^2}{C-x} \quad (1)$$



Ta có: $10^{-38} = [\text{Fe}^{3+}] [\text{OH}^{-}]^3$ (2)

Từ (1), (2) $\rightarrow (C - x) = \frac{x^2}{K_a}$ thế vào (2):

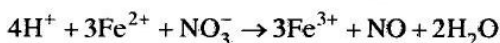
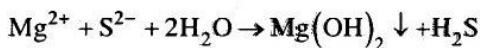
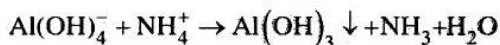
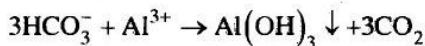
$$\frac{x^2}{K_a} \left[\frac{K_{H_2O}}{x} \right]^3 = 10^{-38} \rightarrow \frac{1}{10^{-2.2}} \cdot \frac{1}{x} = 10^4$$

$$\rightarrow x = 10^{-1,8} \rightarrow \text{pH} = 1,8.$$

$$(C-x) = \frac{x^2}{K_a} \rightarrow C = 0,05566 M.$$

Chuyên đề 5. PHẢN ỨNG CỦA CÁC ION TRONG DUNG DỊCH. PHƯƠNG TRÌNH ION THU GỌN ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐIỆN TÍCH

A. LÝ THUYẾT



Trong hệ cô lập, tổng số điện tích âm và tổng số điện tích dương có trị số bằng nhau:

$$|\Sigma q(-)| = |\Sigma q(+)|$$

Giả sử, trong một hệ cô lập có:

n_1 hạt mang điện tích q_1 (+).

n_2 hạt mang điện tích q_2 (+).

n_3 hạt mang điện tích q_3 (+).

...

n_1' hạt mang điện tích q_1 (-).

n_2' hạt mang điện tích q_2 (-).

n_3' hạt mang điện tích q_3 (-).

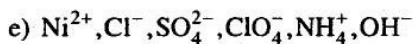
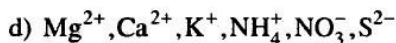
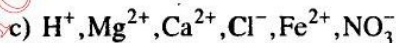
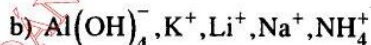
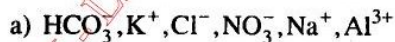
....

$$\text{Ta có: } |n_1 \cdot q_1^+ + n_2 \cdot q_2^+ + n_3 \cdot q_3^+ + \dots| = |n_1' \cdot q_1^- + n_2' \cdot q_2^- + n_3' \cdot q_3^- + \dots|$$

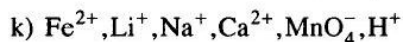
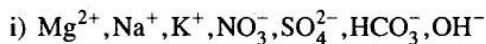
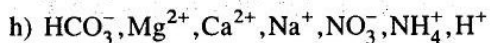
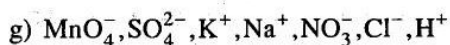
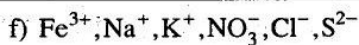
$$\Rightarrow |\Sigma q_i \cdot n_i^+| = |\Sigma q_i \cdot n_i^-|$$

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

I. Các ion sau có đồng thời tồn tại trong cùng một dung dịch không? Giải thích?

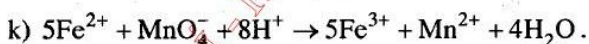
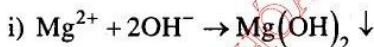
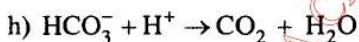
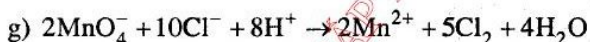
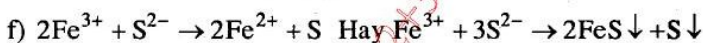
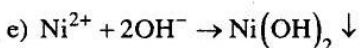
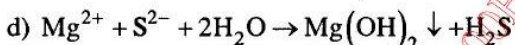
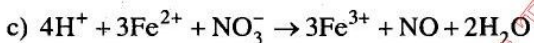
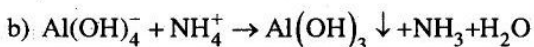
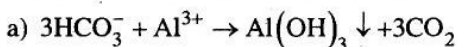


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



Phân tích và hướng dẫn giải

Các ion này **không** cùng tồn tại được với nhau vì:



2. Viết phương trình phản ứng xảy ra dạng ion rút gọn trong các trường hợp sau:

a) Phản ứng chứng minh tính axit của axit hipoclorơ yếu hơn axit cacbonic.

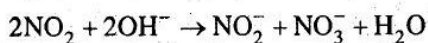
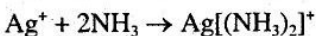
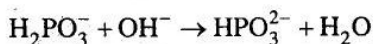
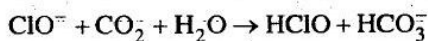
b) NaH_2PO_3 tác dụng với dung dịch NaOH dư.

c) AgNO_3 tác dụng với dung dịch NH_3 dư.

d) Sục khí NO_2 vào dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng xảy ra dạng ion rút gọn:

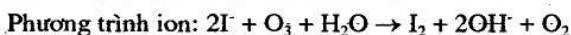
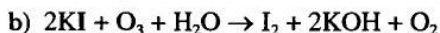
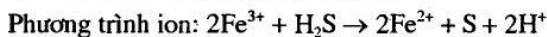
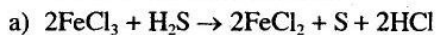


3. Viết phương trình phân tử và phương trình ion rút gọn biểu diễn các thí nghiệm sau:

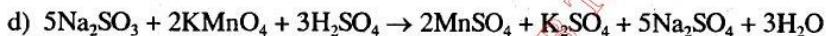
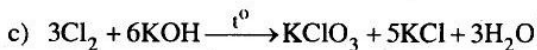
- Cho dòng khí H_2S đi qua dung dịch FeCl_3
- Cho khí ozon đi qua dung dịch KI , dung dịch thu được làm xanh hồ tinh bột.
- Cho khí clo đi qua dung dịch KOH đun nóng (khoảng 70°C)
- Cho Na_2SO_3 vào dung dịch KMnO_4 trong môi trường H_2SO_4 làm dung dịch mất màu.

Phân tích và hướng dẫn giải

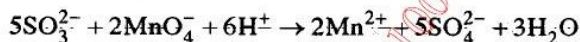
Các phương trình hoá học:



I_2 làm xanh hồ tinh bột.



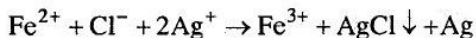
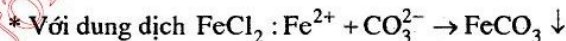
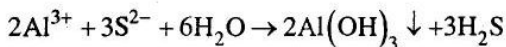
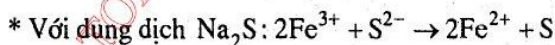
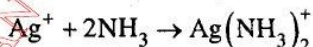
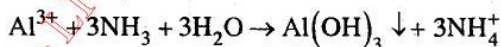
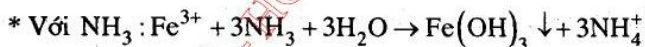
Phương trình ion:



4. Cho lần lượt các dung dịch sau: Na_2CO_3 , FeCl_3 , KI , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3 lần lượt tác dụng với các chất: NH_3 , Na_2S , FeCl_2 . Viết các phương trình phản ứng xảy ra dạng ion rút gọn.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng dạng ion thu gọn:



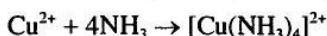
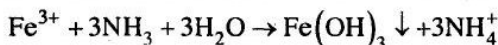
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

5. Nêu hiện tượng, viết phương trình ion rút gọn xảy ra trong các thí nghiệm sau:

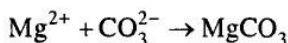
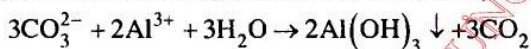
- a) Cho dung dịch NH_3 dư vào dung dịch hỗn hợp $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, CuCl_2
 b) Cho dung dịch Na_2CO_3 dư vào dung dịch hỗn hợp MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Phân tích và hướng dẫn giải

- (a) Có kết tủa đỏ nâu, đồng thời dung dịch có màu xanh thẫm xuất hiện:



- (b) Có khí không màu thoát ra, đồng thời xuất hiện kết tủa trắng:



6. Cho 200 ml dung dịch X chứa H_2SO_4 0,05M và HCl 0,1M tác dụng với 300 ml dung dịch Y chứa $\text{Ba}(\text{OH})_2$ aM và KOH 0,05M, thu được m gam kết tủa và 500 ml dung dịch Z có pH = 12. Tính giá trị của m và a.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,01 (\text{mol}); n_{\text{HCl}} = 0,02 (\text{mol}); n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,3a (\text{mol})$$

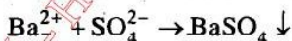
$$n_{\text{KOH}} = 0,015 (\text{mol}); n_{\text{H}^+} = 0,04 (\text{mol}); n_{\text{OH}^-} = 0,6a + 0,015 (\text{mol})$$



$$0,04 \quad (0,6a + 0,015) \text{mol}$$

Dung dịch sau phản ứng có pH = 12 $\rightarrow \text{OH}^-$ dư có số mol = $0,5 \cdot 10^{-2} = 0,005$ mol.

Ta có: $0,6a + 0,015 - 0,04 = 0,005 \rightarrow a = 0,05$.



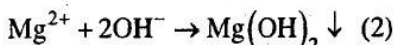
$$0,015 \quad 0,01 \quad 0,01$$

Khối lượng kết tủa = $0,01 \cdot 233 = 2,33$ (gam).

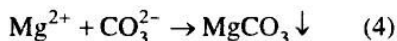
7. Cho dung dịch X chứa các ion: Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} . Chia dung dịch X làm 2 phần bằng nhau. Cho phần 1 tác dụng với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư, đun nóng thấy tách ra 5,82 gam kết tủa và thoát ra 224 ml (đktc) khí. Cho phần 2 tác dụng với dung dịch Na_2CO_3 dư thì tách ra 1,68 gam kết tủa. Tính khối lượng muối tan trong dung dịch X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi trộn phần 1 với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư có các PTPƯ:



Khi trộn phần 2 với dung dịch Na_2CO_3 dư:



* Trong mỗi phần ta có:

$$\text{Theo (1)} \Rightarrow n_{\text{NH}_4^+} = n_{\text{NH}_3} = \frac{0,224}{22,4} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{Theo (4)} \Rightarrow n_{\text{Mg}^{2+}} = n_{\text{MgCO}_3} = 0,02 \text{ mol}$$

Theo (2, 3). Tổng khối lượng $\text{Mg}(\text{OH})_2$ và BaSO_4 là 5,82 gam.

$$\Rightarrow n_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{5,82 - 0,02 \cdot 58}{233} = 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{Áp dụng bảo toàn điện tích} \rightarrow n_{\text{NO}_3^-} = 0,02 \cdot 2 + 0,01 - 0,02 \cdot 2 = 0,01 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Khối lượng muối tan} &= m_{\text{NO}_3^-} + m_{\text{SO}_4^{2-}} + m_{\text{NH}_4^+} + m_{\text{Mg}^{2+}} = \\ &= 2 \cdot (62 \cdot 0,01 + 96 \cdot 0,02 + 18 \cdot 0,01 + 24 \cdot 0,02) = 6,4 \text{ gam.} \end{aligned}$$

8. Dung dịch A có các ion Na^+ , NH_4^+ , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} . Chia dung dịch A thành 2 phần bằng nhau:

• Phần 1 cho tác dụng với $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư, đun nóng được 4,3 gam kết tủa X và 470,4 ml khí Y ở $13,5^\circ\text{C}$ và 1 atm.

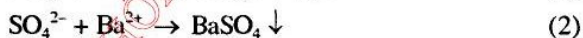
• Phần 2 cho tác dụng với dung dịch HCl dư được 235,2 ml khí ở $13,5^\circ\text{C}$ và 1 atm.

1/ Tính tổng khối lượng các muối trong dung dịch A.

2/ Lấy khí Y cho vào bình chịu áp suất có dung tích không đổi là 0,1 lít và nung nóng bình tới 819°C thì áp suất trong bình là 26,88 atm. Tính % thể tích các khí trong bình lúc đó ?

Phân tích và hướng dẫn giải

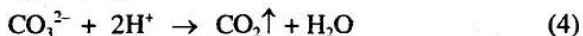
1/ Phương trình phản ứng:



$$n_{\text{NH}_3} \uparrow = n_Y = \frac{PV}{RT} = \frac{1,0 \cdot 470,4}{0,082 \cdot (273 + 13,5)} = 0,02 \Rightarrow n_{\text{NH}_4^+} = 0,02$$

$$m_{\text{BaSO}_4 \downarrow} + m_{\text{BaCO}_3 \downarrow} = 4,3 \text{ (gam).}$$

Phần II: Cho phản ứng với HCl :



$$n_{\text{CO}_3^{2-}} = n_{\text{CO}_2} = \frac{0,2352}{0,082 \cdot (273 + 12,5)} = 0,01$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cử Thanh Toàn

$$\text{Vậy} \Rightarrow n_{\text{BaCO}_3 \downarrow} \text{ ở } P_1 = n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,01 \Rightarrow m_{\text{BaCO}_3 \downarrow} = 0,01.197 = 1,97 \text{ (g)}$$

$$\Rightarrow m_{\text{BaSO}_4 \downarrow} \text{ ở } P_1 = 4,3 - 1,97 = 2,33 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{BaSO}_4 \downarrow} = \frac{2,33}{233} = 0,01$$

$$\Rightarrow n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,01 \text{ mol.}$$

Tóm lại: Trong 1 phần có 0,02 mol NH_4^+ ; 0,01 mol CO_3^{2-} và 0,01 mol SO_4^{2-}
 $\Rightarrow$ Trong toàn dung dịch A có 0,04 mol NH_4^+ 0,02 mol CO_3^{2-} và 0,02 mol SO_4^{2-} . Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có nếu n_{Na^+} là x mol thì:

$$x \cdot 1 + 0,04 \cdot 1 = 0,02 \cdot 2 + 0,02 \cdot 2 \Rightarrow x = 0,04$$

$\Rightarrow$ Tổng khối lượng muối trong toàn dung dịch A bằng tổng khối lượng các ion:

$$m = 0,04 \cdot 23 + 0,04 \cdot 18 + 0,02 \cdot 60 + 0,02 \cdot 96 = 4,76 \text{ (g)}$$

2/ Tính % V các khí trong bình khi nung khí Y (khí NH_3):



– Ta có số mol khí sau khi nung là:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{26,88 \cdot 0,1}{0,082 (273 + 819)} = 0,03 \text{ mol}$$

– n_{NH_3} trước phản ứng = 0,02 (theo câu 1).

– n_{NH_3} đã phản ứng ở (5) là x $\Rightarrow n_{\text{N}_2} = \frac{x}{2}$; $n_{\text{H}_2} = 3x/2$; n_{NH_3} còn lại là $0,02 - x$

$$\Rightarrow \text{sau phản ứng có } n(\text{khí}) = 0,02 - x + \frac{x}{2} + \frac{3x}{2} = 0,03$$

$\Rightarrow x = 0,01$. Vậy hỗn hợp sau phản ứng có:

$$\% \text{NH}_3 = \frac{0,01 \cdot 100}{0,03} \% = 33,33\%$$

$$\% \text{N}_2 = \frac{0,005 \cdot 100}{0,03} \% = 16,67\%$$

$$\% \text{H}_2 = 100\% - (33,33\% + 16,67\%) = 50\%.$$

9. Kết quả xác định số mol của các ion trong dung dịch X như sau: 0,10 mol Na^+ ; 0,20 mol Ba^{2+} ; 0,05 mol HCO_3^- ; 0,36 mol Cl^- .

a. Kết quả trên đúng hay sai? Giải thích.

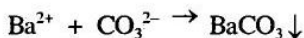
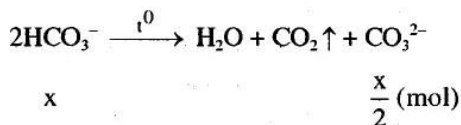
b. Cho biết kết quả xác định số mol các cation là chính xác. Nếu đem cô cạn dung dịch X, rồi lấy chất rắn nung ở nhiệt độ cao ta được chất rắn mới có khối lượng 43,6 gam. Hỏi anion nào được xác định chính xác?

Phân tích và hướng dẫn giải

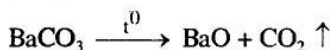
a. Kết quả trên là sai vì dung dịch đó không trung hoà về điện:

$$0,1 \cdot 1 + 0,2 \cdot 2 \neq 0,05 \cdot 1 + 0,36 \cdot 1$$

- b. – Dung dịch X có 0,1 mol Na^+ , 0,2 mol Ba^{2+} , x mol HCO_3^- và y mol Cl^- .
 – Do dung dịch trung hoà điện nên: $x + y = 0,05$ (1)
 – Khi cô cạn dung dịch thì:



- Chất rắn này sau khi cô cạn có: NaCl , BaCO_3 và có thể có BaCl_2 hoặc Na_2CO_3 .
 – Đem nung ở nhiệt độ cao:



(Na_2CO_3 không bị nhiệt phân)

- Ta có $n_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{x}{2}$ (mol).

Có 3 trường hợp xảy ra:

- + **Trường hợp 1:** $\frac{x}{2} = 0,2 \Rightarrow x = 0,4$ và từ (1) $\Rightarrow y = 0,5 - 0,4 = 0,1$

$\Rightarrow$ Toàn bộ Ba^{2+} nằm trong muối BaCO_3 , sau đó bị nhiệt phân thành BaO

$\Rightarrow n_{\text{BaO}} = 0,2$ và $n_{\text{NaCl}} = n_{\text{Na}^+} = n_{\text{Cl}^-} = 0,1$

$\Rightarrow m_{\text{rắn}} = 0,2 \cdot 153 + 0,1 \cdot 58,5 = 36,45 \text{ g} < 43,6$ (loại).

- + **Trường hợp 2:** $\frac{x}{2} < 0,2 \Rightarrow x < 0,4$

Chất rắn sau khi nung gồm: NaCl : 0,1 mol; BaO : $\frac{x}{2}$ mol.

$$m_{\text{rắn}} = 0,1 \cdot 58,5 + 153 \cdot \frac{x}{2} + 218 \cdot (0,2 - \frac{x}{2}) = 43,6$$

$\Rightarrow x = 0,14$ mol.

Từ (1) $\Rightarrow y = 0,36$ mol. Đúng bằng n_{Cl^-} ở trên.

$\Rightarrow n_{\text{Cl}^-}$ đã được định lượng chính xác.

- + **Trường hợp 3:** $\frac{x}{2} > 0,2 \rightarrow x > 0,4 \rightarrow y < 0,1$

Chất rắn sau khi nung có $\text{BaO} = 0,2$ mol; $\text{NaCl} = 0,1 - 2a$ và $\text{Na}_2\text{CO}_3 = a$ mol.

$\Rightarrow m_{\text{rắn}} = 0,2 \cdot 153 + 58,5 \cdot (0,1 - 2a) + 116 \cdot a = 43,6 \Rightarrow a < 0$ (loại)...

Như vậy chỉ có anion Cl^- là đã được định lượng chính xác và $n_{\text{Cl}^-} = 0,36$ mol.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

10. Trộn ba dung dịch H_2SO_4 0,1M; HNO_3 0,2M; HCl 0,3M với những thể tích bằng nhau thu được dung dịch Z. Lấy 300 ml dung dịch Z cho tác dụng với một dung dịch T gồm NaOH 0,2M và KOH 0,29M. Tính thể tích dung dịch T cần dùng để sau khi tác dụng với 300 ml dung dịch Z thu được dung dịch có $\text{pH} = 2$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có: $n\text{H}^+ = 2n\text{H}_2\text{SO}_4 + n\text{HNO}_3 + n\text{HCl} = 0,1 \cdot (2 \cdot 0,1 + 0,2 + 0,3) = 0,07 \text{ mol}$

$$n_{\text{OH}^-} = n_{\text{NaOH}} + n_{\text{KOH}} = V(0,2 + 0,29) = 0,49V \text{ mol}$$

Do $\text{pH} = 2 < 7 \Rightarrow \text{H}^+$ dư, OH^- hết $\Rightarrow$ tính theo OH^-



$$0,49V \leftarrow 0,49V$$

$$[\text{H}^+] = \frac{0,07 - 0,49V}{V + 0,1} = 10^{-2} \Rightarrow V = 0,138 \text{ lít}$$

11. Dung dịch X gồm 0,1 mol H^+ , z mol Al^{3+} , t mol NO_3^- và 0,02 mol SO_4^{2-} . Cho 120 ml dung dịch Y gồm KOH 1,2M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M vào X, sau khi các phản ứng kết thúc, thu được 3,732 gam kết tủa. Tính giá trị của z, t.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{KOH}} = 0,144 \text{ (mol)}$; $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,012 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,144 + 0,012 \cdot 2 = 0,168 \text{ (mol)}; n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,012 \text{ (mol)}$$

Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có:

$$0,1 \cdot 1 + z \cdot 3 = t \cdot 1 + 0,02 \cdot 2 \quad \Rightarrow t - 3z = 0,06 \quad (1)$$

$$\text{Vì } n_{\text{Ba}^{2+}} < n_{\text{SO}_4^{2-}} \Rightarrow n_{\text{BaSO}_4 \downarrow} = n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,012 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{\text{BaSO}_4 \downarrow} = 0,012 \cdot 233 = 2,796 \text{ (g)} < 3,732 \text{ (g)}$$

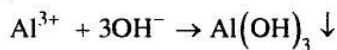
$\Rightarrow$ Trong kết tủa có $\text{Al}(\text{OH})_3$:

$$m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 3,732 - 2,796 = 0,936 \text{ (g)}$$

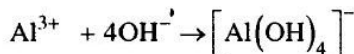
$$\Rightarrow n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 0,936 / 78 = 0,012 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \rightarrow 0,1 \text{ (mol)}$$



$$0,012 \leftarrow 0,036 \leftarrow 0,012 (\text{mol})$$



$$0,008 \leftarrow (0,168 - 0,1 - 0,036)$$

$$\Rightarrow z = 0,012 + 0,008 = 0,020 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow t = 0,06 + 3.0,02 = 0,120$$

Vậy z, t lần lượt là 0,020 và 0,120.

12. Có hai dung dịch A và B. Dung dịch A chứa H_2SO_4 0,2M và HCl 0,1 M. Dung dịch B chứa KOH 0,3M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M. Cho dung dịch A trung hoà với 0,5 lít dung dịch B, sau phản ứng thấy có m gam kết tủa. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong 0,5 lít dung dịch B có:

$$n_{\text{KOH}} = 0,5.0,3 = 0,15 (\text{mol}). \quad ; \quad n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,5.0,1 = 0,05 (\text{mol}) = n_{\text{Ba}^{2+}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,15.1 + 0,05.2 = 0,25 (\text{mol})$$

Gọi V (lít) là thể tích dung dịch A đã dùng:

$$\text{Ta có:} \quad n_{\text{H}^+} = V. (0,2.2 + 0,1.1) = 0,5V (\text{mol})$$

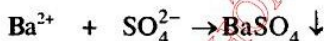
Phản ứng trung hoà:



$$0,5V \quad 0,25$$

$$\Rightarrow 0,5. V = 0,25 \Rightarrow V = 0,5 (\text{lít})$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,5.0,2 = 0,1 (\text{mol})$$



$$0,05 \quad 0,1$$

$$0,05 \rightarrow 0,05 \rightarrow 0,05 (\text{mol})$$

$$\text{Vậy} \quad m = 0,05.233 = 11,65 (\text{gam}).$$

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

13. Cho dung dịch X chứa: $\text{K}^+, \text{NH}_4^+, \text{CO}_3^{2-}$. Chia dung dịch X làm 2 phần bằng nhau. Cho phần 1 tác dụng với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư, đun nóng thấy tách ra 6,45 gam kết tủa và thoát ra 672 ml (đktc) khí. Cho phần 2 tác dụng với axit HNO_3 dư thì thấy có 336 ml (đktc) khí bay ra.

1/ Tính tổng lượng muối tan trong dung dịch X.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

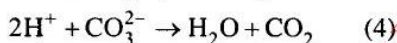
2/ Sục 224 ml (đktc) khí SO_2 vào một nửa dung dịch X ở trên thì thu được dung dịch Y. Trộn Y với dung dịch BaCl_2 dư sẽ tách ra bao nhiêu gam kết tủa?

Phân tích và hướng dẫn giải

1/ Khi trộn phần 1 với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư, xảy ra các PTPƯ:



Khi trộn phần 2 với dung dịch HNO_3 dư:



* Trong mỗi phần ta có:

$$\text{Theo (1)} \Rightarrow n_{\text{NH}_4^+} = n_{\text{NH}_3} = \frac{0,672}{22,4} = 0,03 \text{ mol}$$

$$\text{Theo (4)} \Rightarrow n_{\text{CO}_3^{2-}} = n_{\text{CO}_2} = 0,015 \text{ mol}$$

Theo (2, 3). Tổng khối lượng BaCO_3 và BaSO_4 là 6,45 gam

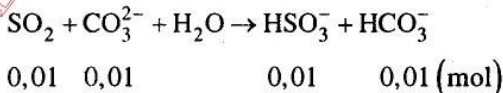
$$\Rightarrow n_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{6,45 - 0,15 \cdot 197}{233} = 0,015 \text{ mol}$$

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích:

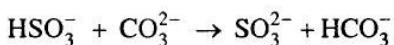
$$\rightarrow n\text{K}^+ = 0,015 \cdot 2 + 0,015 \cdot 2 - 0,03 = 0,03 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Khối lượng muối tan} &= m\text{CO}_3^{2-} + m\text{SO}_4^{2-} + m\text{NH}_4^+ + m\text{K}^+ \\ &= 2 \cdot (60 \cdot 0,015 + 96 \cdot 0,015 + 18 \cdot 0,03 + 39 \cdot 0,03) = 8,1 \text{ gam.} \end{aligned}$$

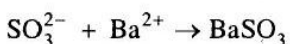
2/ Số mol SO_2 hấp thụ là 0,01 (mol). Khi hấp thụ SO_2 vào 1/2 (X) lần lượt xảy ra phản ứng:



$$0,01 \quad 0,01 \quad \quad \quad 0,01 \quad 0,01 \text{ (mol)}$$



$$0,005 \leftarrow 0,005 \rightarrow 0,005 \quad \text{(mol)}$$



$$0,005 \quad \rightarrow 0,005 \text{ (mol)}$$

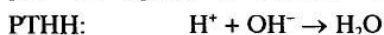
Vậy kết tủa gồm 0,005 mol BaSO_3 ; 0,015 mol BaSO_4 .

$$\text{Khối lượng kết tủa} = 0,005 \cdot 217 + 0,015 \cdot 233 = 4,58 \text{ (gam).}$$

14. Cho 200 ml dung dịch NaOH 0,6M vào 100 ml dung dịch gồm HCl 0,2M và H_2SO_4 xM; sau phản ứng thu được dung dịch có pH bằng 12. Tính x.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{pH} = 12 \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,01\text{M}$$



$$n_{\text{OH}^- \text{ dư}} = 0,12 - 0,02 - 0,2x = 0,1 - 0,2x$$

$$\Rightarrow \frac{0,1 - 0,2x}{0,3} = 0,01 \Rightarrow x = 0,485\text{M}$$

15. Trộn lẫn 250 ml dung dịch hỗn hợp gồm HCl 0,08M và H₂SO₄ 0,01M với 250 ml dung dịch Ba(OH)₂ a mol/lít thu được m gam kết tủa và 500 ml dung dịch có pH = 12. Tính m, a?

Phân tích và hướng dẫn giải

$$n\text{HCl} = 0,25 \cdot 0,08 = 0,02 \text{ mol} \Rightarrow n\text{H}^+ = 0,02 \text{ mol}$$

$$n\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,25 \cdot 0,01 = 0,0025 \text{ mol} \Rightarrow n\text{H}^+ = 0,005 \text{ mol};$$

$$n\text{SO}_4^{2-} = 0,0025 \text{ mol}.$$

$$n\text{Ba(OH)}_2 = 0,25a \Rightarrow n\text{Ba}^{2+} = 0,25a; n\text{OH}^- = 0,5a.$$



và pH dung dịch thu được = 12 > 7 $\Rightarrow \text{OH}^-$ dư, H^+ hết

$$\Rightarrow n\text{OH}^- \text{ dư} = 0,5a - 0,025 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow 0,5a - 0,025 = 0,5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow a = 0,06\text{M}$$

$$\Rightarrow n\text{Ba}^{2+} = 0,25 \cdot 0,06 = 0,015 \text{ mol}$$

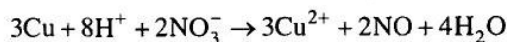
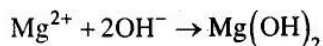
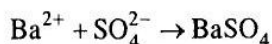
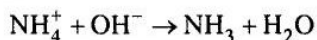
$$\text{Theo (2)} \Rightarrow n\text{Ba}^{2+} = n\text{SO}_4^{2-} = 0,0025 \text{ mol (Ba}^{2+} \text{ dư)}$$

$$\Rightarrow m = 0,0025 \cdot 233 = 0,5825 \text{ gam}.$$

16. Dung dịch Y chứa các ion Mg^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- . Lấy 100 ml dung dịch Y tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ dư, được 5,24 gam kết tủa, đồng thời giải phóng 896 ml (đkc) khí có mùi khai. Nếu cho dư H₂SO₄ vào 100 ml dung dịch Y rồi thêm tiếp lượng dư bột Cu, khuấy đều cho các phản ứng xảy ra hoàn toàn thì thoát ra 448 ml (đkc) khí NO (là sản phẩm khử duy nhất). Viết các phương trình ion xảy ra và tính nồng độ mol/lít các ion trong dung dịch Y.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình ion thu gọn xảy ra:



Tìm được số mol của NH_4^+ là 0,04, số mol của NO_3^- là 0,02

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Gọi x là số mol Mg^{2+} , y là số mol SO_4^{2-} . Ta có hệ:
$$\begin{cases} 58x + 233y = 5,24 \\ 2x - 2y = -0,02 \end{cases}$$

Giải được $x = 0,01$ và $y = 0,02$

Vậy $[NH_4^+] = 0,4M$; $[NO_3^-] = 0,2M$; $[Mg^{2+}] = 0,1M$; $[SO_4^{2-}] = 0,2M$

17. Dung dịch A có chứa 5 ion: Mg^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} và $0,1 \text{ mol } Cl^-$, $0,2 \text{ mol } NO_3^-$.

Thêm dần V lít dung dịch K_2CO_3 $1,0M$ vào dung dịch A đến khi thu được lượng kết tủa lớn nhất. Tính V .

Phân tích và hướng dẫn giải

Khi phản ứng kết thúc, các kết tủa được tách khỏi dung dịch, trong dung dịch còn lại các ion: K^+ , Cl^- và NO_3^- , ta có:

$$n_{K^+} = n_{Cl^-} + n_{NO_3^-} = 0,1 + 0,2 = 0,3 \text{ (mol)} \rightarrow n_{K_2CO_3} = 0,15 \text{ (mol)}$$

$$V_{K_2CO_3} = \frac{0,15}{1} = 0,15 \text{ (l)} = 150 \text{ (ml)}$$

18. Dung dịch X có $pH = 1$ chứa HCl $0,02M$ và H_2SO_4 . Dung dịch Y có $pH = 13$ chứa KOH $0,025 M$ và $Ba(OH)_2$. Cho V lít dung dịch Y vào $0,100$ lít dung dịch X thu được dung dịch có $pH = 12$ và m gam kết tủa. Tính V và m.

Phân tích và hướng dẫn giải

* Trong $0,1$ lít dung dịch X:

$$pH = 1 \Rightarrow [H^+] = 10^{-1} M = 0,1M \Rightarrow n_{H^+} = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ (mol)}$$

$$n_{HCl} = 0,1 \cdot 0,02 = 0,002 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{H_2SO_4} = \frac{0,01 - 0,002}{2} = 0,004 \text{ (mol)} = n_{SO_4^{2-}}$$

* Trong V lít dung dịch Y:

$$pH = 13 \Rightarrow pOH = 14 - 13 = 1 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1} M = 0,1M$$

$$\Rightarrow n_{OH^-} = 0,1 \cdot V \text{ (mol)}$$

$$n_{KOH} = 0,025 \cdot V \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{Ba(OH)_2} = \frac{0,1V - 0,025V}{2} = \frac{0,075V}{2} = 0,0375V \text{ (mol)} = n_{Ba^{2+}}$$

* Dung dịch thu được:

$$pH = 12 > 7 \Rightarrow \text{môi trường kiềm} \Rightarrow OH^- \text{ dư}$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-}(\text{d}) = 10^{-2}(V + 0,1) = 0,01(V + 0,1) \text{ (mol)}$$



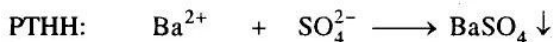
Ban đầu: 0,01 0,1V (mol)

Phản ứng: 0,01 $\rightarrow$ 0,01 (mol)

Còn: 0 (0,1V - 0,01)

$$\Rightarrow 0,1V - 0,01 = 0,01(V + 0,1) \Rightarrow 0,1V - 0,01 = 0,01V + 0,001$$

$$\Rightarrow 0,09V = 0,011 \Rightarrow V = 0,127(1)$$



Ban đầu: 0,0046 0,004

Phản ứng: 0,004 $\leftarrow$ 0,04 $\rightarrow$ 0,004 (mol)

$$m = 0,004.233 = 0,932(\text{g})$$

19. Trong dung dịch X có: 0,02 mol Ca^{2+} ; 0,05 mol Mg^{2+} ; 0,02 mol HCO_3^- ; Cl^- .

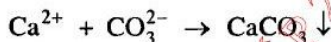
Trong dung dịch Y có: 0,12 mol OH^- ; 0,04 mol Cl^- ; K^+ . Cho X vào Y, sau các phản ứng hoàn toàn khối lượng kết tủa thu được lớn nhất là bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải

PTHH (ion rút gọn):



$$0,02 \rightarrow 0,02 \rightarrow 0,02 \text{ (mol)}$$



$$0,02 \rightarrow 0,02 \rightarrow 0,02 \text{ (mol)}$$



$$0,05 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,05 \text{ (mol)}$$

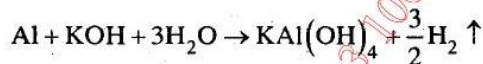
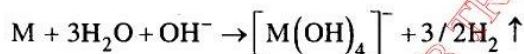
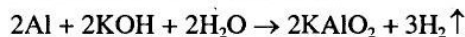
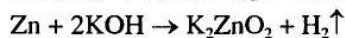
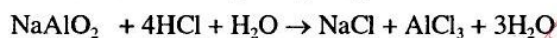
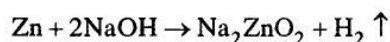
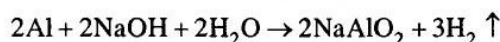
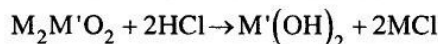
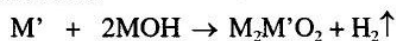
Khối lượng kết tủa thu được lớn nhất là:

$$m \downarrow = m_{\text{CaCO}_3} + m_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 0,02.100 + 0,05.58 = 4,9(\text{g}).$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Chuyên đề 6. KIM LOẠI PHẢN ỨNG VỚI DUNG DỊCH KIỀM

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Cho 13 gam hỗn hợp A một kim loại kiềm M và một kim loại M' (hóa trị II) tan hoàn toàn vào nước tạo thành dung dịch B và 4,032 lít H₂ (ở đktc). Chia dung dịch B làm 2 phần bằng nhau:

Phần 1: Đem cô cạn thu được 8,12 gam chất rắn X.

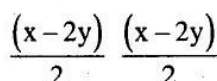
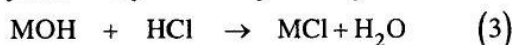
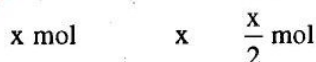
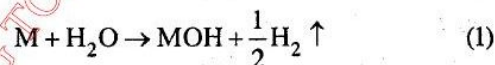
Phần 2: Cho tác dụng với 400 ml dung dịch HCl 0,35 mol/l (M) tạo ra kết tủa Y

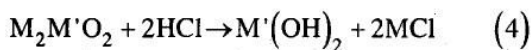
a) Tìm kim loại M, M'. Tính số gam mỗi kim loại trong hỗn hợp A.

b) Tính khối lượng kết tủa Y.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Vì dung dịch B + dung dịch HCl → kết tủa nên M' có hidroxit lưỡng tính.





$$\frac{y}{2} \quad y \quad \frac{y}{2}$$



$$n_{HCl} = 0,14 \text{ mol}; n_{H_2} = 0,18 \text{ mol}$$

$$\begin{cases} \frac{x}{2} + y = 0,18 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Theo bài ra ta có hệ: } \begin{cases} (M + 17)\left(\frac{x}{2} - y\right) + (2M + M' + 32)\frac{y}{2} = 8,12 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} Mx + M'y = 13 \end{cases} \quad (3)$$

$$(2) \Rightarrow M\frac{x}{2} - My + 17\frac{x}{2} - 17y + My + M'\frac{y}{2} + 16y = 8,12$$

$$\Rightarrow \left(M\frac{x}{2} + M'\frac{y}{2}\right) + 17\frac{x}{2} - y = 8,12 \Rightarrow \frac{1}{2}(Mx + M'y) + 17\frac{x}{2} - y = 8,12$$

$$\Rightarrow 17\frac{x}{2} - y = 1,62 \Rightarrow 17x - 2y = 3,24 \quad (4)$$

$$\Rightarrow x = 0,2; y = 0,08.$$

$$b) (3) \Rightarrow 0,2M + 0,08M' = 13 \Rightarrow 2,5M + M' = 162,5 \quad (M < 65)$$

Ta có bảng sau:

M	Li (7)	Na (23)	K (39)
M'	145 (loại)	105 (loại)	65 (Zn)

$$M \text{ là kali K} \Rightarrow m_K = 39 \cdot 0,2 = 7,8g.$$

$$M' \text{ là kẽm Zn} \Rightarrow m_{Zn} = 65 \cdot 0,08 = 5,2g$$

$$n_{HCl} = \frac{x - 2y}{2} + y = \frac{0,2 - 0,16}{2} + 0,08 = 0,1 \text{ (mol) (phản ứng 3 + 4)}$$

$$n_{HCl_{du}} = 0,14 - 0,1 = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$n_{Zn(OH)_2} = \frac{y}{2} = 0,04 \text{ (mol) (phản ứng 4)}$$

$$(5) \Rightarrow n_{Zn(OH)_2} = \frac{1}{2}n_{HCl} = 0,02 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{Zn(OH)_2_{du}} = 0,04 - 0,02 = 0,02 \text{ (mol)}$$

$$m_{Zn(OH)_2} = 99 \times 0,02 = 1,98g.$$

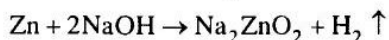
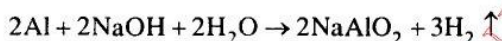
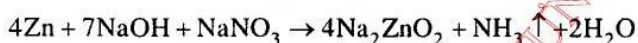
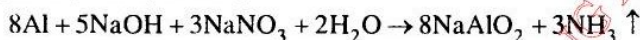
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

2. Cho 11,9 gam hỗn hợp Al và Zn tan hoàn toàn trong dung dịch chứa lượng dư hỗn hợp gồm NaNO_3 và NaOH thu được 4,928 lít hỗn hợp hai khí (đktc). Cho hỗn hợp khí qua bình đựng CuO dư, đun nóng, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, thấy khối lượng bình giảm 4 gam.

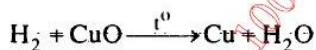
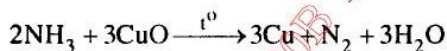
- Viết các phương trình phản ứng xảy ra.
- Tính % khối lượng của mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:



Hai khí là NH_3 và H_2



Gọi x, y lần lượt là số mol NH_3 và $\text{H}_2 \rightarrow x + y = \frac{4,928}{22,4} = 0,22 \text{ (mol)}$

Khối lượng bình CuO giảm là khối lượng oxy mất đi

$$\rightarrow n_{\text{O}} = \frac{4}{16} = 0,25 \text{ (mol)} \rightarrow \frac{3x}{2} + y = 0,25 \rightarrow x = 0,06 \text{ (mol)}; y = 0,16 \text{ (mol)}$$

Gọi a, b lần lượt là số mol Al và Zn.

$$\rightarrow 27a + 65b = 11,9$$

Áp dụng bảo toàn electron ta có: $3a + 2b = 8.0,06 + 2.0,16 = 0,8$

$$\rightarrow a = 0,2 \text{ (mol)}; b = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow \% \text{Al} = \frac{0,2.27}{11,9} \cdot 100\% = 45,38\%$$

$$\rightarrow \% \text{Zn} = 100\% - \% \text{Al} = 54,62\%$$

3. Cho hỗn hợp Y gồm ba kim loại K, Zn, Fe vào nước dư thu được 6,72 lít khí (đktc) và còn lại chất rắn B không tan có khối lượng 14,45 gam. Cho B vào 100 ml dung dịch CuSO_4 3M, thu được chất rắn C có khối lượng 16,00 gam. Xác định khối lượng mỗi kim loại trong Y?

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi a, b, c là số mol của K, Zn, Fe có trong hỗn hợp Y.

Có hai trường hợp:

a) Trường hợp 1: $a > 2b$: dư KOH $\rightarrow$ B chỉ có Fe.

Phương trình phản ứng: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$

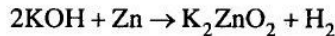
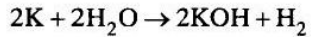
Số mol $\text{Cu}^{2+} = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ mol}$

Nếu Cu^{2+} kết tủa kết thì dư Fe $\rightarrow m_{\text{Cu}} = 0,3 \cdot 64 = 19,2 \text{ (gam)} > 16 \text{ (gam)} \rightarrow$ loại.

Vậy Cu^{2+} chưa kết tủa hết, Fe tan hết $\rightarrow n_{\text{Fe}} = n_{\text{Cu}} = \frac{16}{64} = 0,25 \text{ (mol)}$

$m_{\text{B}} = 0,25 \cdot 56 = 14 \text{ (gam)} < 14,45 \text{ (gam)} \rightarrow$ loại.

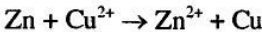
b) Trường hợp 2: $a < 2b$: KOH hết, Zn dư B chỉ có Zn, Fe.



Số mol $\text{H}_2 = \frac{a}{2} + \frac{a}{2} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ (mol)} \rightarrow a = 0,3$

$$m_{\text{B}} = 65 \left(b - \frac{a}{2} \right) + 56c = 14,45 \quad (1)$$

Fe, Zn phản ứng với Cu^{2+} có dư Cu^{2+} nên Fe, Zn hết



Số mol Cu tạo ra $= \frac{16}{64} = 0,25 \text{ (mol)}$

$$b - \frac{a}{2} + c = 0,25 \quad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (2) ta có $b = c = 0,2$

$$\text{Hỗn hợp Y: } \begin{cases} m_{\text{K}} = 39 \cdot 0,3 = 11,7 \text{ (gam)} \\ m_{\text{Zn}} = 65 \cdot 0,2 = 13,0 \text{ (gam)} \\ m_{\text{Fe}} = 56 \cdot 0,2 = 11,2 \text{ (gam)} \end{cases}$$

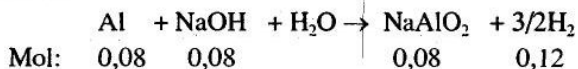
4. Cho 20 gam hỗn hợp A gồm FeCO_3 , Fe, Cu, Al phản ứng với 60 ml dung dịch NaOH 2M được 2,688 lít hidro. Thêm tiếp vào bình sau phản ứng 740 ml dung dịch HCl 1M và đun nóng đến khi ngừng thoát khí, được hỗn hợp khí B, lọc tách được cặn C (không chứa hợp chất của Al). Cho B hấp thụ từ từ vào dung dịch nước vôi trong dư được 10 gam kết tủa. Cho C phản ứng hết với HNO_3 đặc, nóng, dư thu được dung dịch D và 1,12 lít một khí duy nhất. Cho D phản ứng với dung dịch NaOH dư được kết tủa E. Nung E đến khối lượng không đổi được m gam

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

chất rắn. Tính khối lượng mỗi chất trong A, tính m, biết thể tích các khí đo ở đktc.

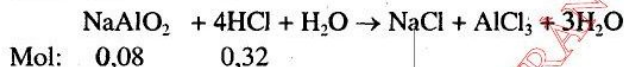
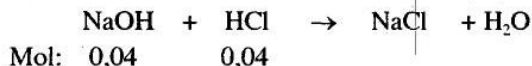
Phân tích và hướng dẫn giải

+ Khi A phản ứng với NaOH thì $n_{\text{NaOH}} = 0,12 \text{ mol}$; $n_{\text{H}_2} = 0,12 \text{ mol}$. Suy ra NaOH dư.



$\Rightarrow$ Sau phản ứng trên thì hỗn hợp có: $\text{FeCO}_3 + \text{Fe} + \text{Cu} + 0,04 \text{ mol NaOH dư} + 0,08 \text{ mol NaAlO}_2$.

+ Khi thêm vào 0,74 mol HCl vào thì:



$\Rightarrow$ Số mol HCl còn lại sau 2 phản ứng trên là 0,38 mol. B là hỗn hợp khí nên B phải có $\text{CO}_2 + \text{H}_2$. C chắc chắn có Cu, có thể có $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}$. Mặt khác $\text{C} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$ là khí duy nhất nên C không thể chứa $\text{FeCO}_3 \Rightarrow$ C có Cu và có thể có Fe (FeCO_3 đã bị HCl hòa tan hết).

*** Trường hợp 1: Fe dư.**

Gọi x là số mol FeCO_3 ; y là số mol Fe bị hòa tan; z là số mol Fe dư, t là số mol Cu, ta có: $116x + 56(y+z) + 64t = 20 - 0,08.27 = 17,84$ (I)



$\Rightarrow$ Số mol HCl = $2x + 2y = 0,38$ (II)

$\Rightarrow$ B có x mol CO_2 + y mol hiđro. Dựa vào PTHH của B với nước vôi trong

$\Rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$ (III)

$\Rightarrow$ C có z mol Fe dư + t mol Cu $\Rightarrow 3z + 2t = 1,12/22,4 = 0,05$ (IV)

$\Rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$; $y = 0,09 \text{ mol}$; $z = 0,01 \text{ mol}$ và $t = 0,01 \text{ mol}$.

Vậy A có: $0,1.116 = 11,6 \text{ gam FeCO}_3$;
 $0,1.56 = 5,6 \text{ gam Fe}$;
 $0,01.64 = 6,4 \text{ gam Cu}$;
 $0,08.27 = 2,16 \text{ gam Al}$.

+ Tính tiếp ta được giá trị của :

$$m = m_{\text{CuO}} + m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,01.80 + 0,01.160/2 = 1,6 \text{ gam}$$

*** Trường hợp 2: Fe hết.**

$\Rightarrow$ C chỉ có Cu $\Rightarrow$ số mol Cu = $1/2$ số mol $\text{NO}_2 = 0,025 \text{ mol}$.

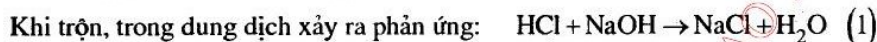
$$\begin{aligned}\Rightarrow A \text{ có } & 0,1 \cdot 116 = 11,6 \text{ gam FeCO}_3; \\ & 0,025 \cdot 64 = 1,6 \text{ gam Cu}; \\ & 0,08 \cdot 27 = 2,16 \text{ gam Al}; \\ & 20 - 11,6 - 1,6 - 2,16 = 4,64 \text{ gam Fe.}\end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Tính được } m = m_{\text{CuO}} = 0,025 \cdot 80 = 2 \text{ gam.}$$

5. Trộn 100 ml dung dịch HCl aM với 150 ml dung dịch NaOH 1,5M thu được dung dịch D. Dung dịch D hòa tan được tối đa 0,05 mol Al. Tính a.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có: $n_{\text{HCl}} = 0,1a \text{ (mol)}$; $n_{\text{NaOH}} = 0,15 \cdot 1,5 = 0,225 \text{ (mol)}$



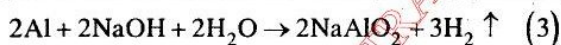
Vì Al tan được trong dung dịch axit và kiềm nên xảy ra hai trường hợp:

– **Trường hợp 1:** HCl dư, NaOH hết sau (1) xảy ra tiếp phản ứng:



$$n_{\text{HCl}} = 0,225 + 0,15 = 0,375 = 0,1a \Rightarrow a = 3,75 \text{ (M)}$$

– **Trường hợp 2:** HCl hết, NaOH dư sau (1) xảy ra tiếp phản ứng:



$$\text{Suy ra: } n_{\text{NaOH}}(1) = n_{\text{HCl}}(1) = 0,225 - 0,05 = 0,175 \text{ (mol)} \Rightarrow a = 1,75 \text{ (M)}$$

6. Hỗn hợp bột A gồm 3 kim loại Mg, Zn, Al. Khi hoà tan hết 7,539g A vào 1 lít dung dịch HNO_3 thu được 1 lít dung dịch B và hỗn hợp khí D gồm NO và N_2O . Thu khí D vào bình dung tích 3,20 lít có chứa sẵn N_2 ở 0°C và 0,23 atm thì nhiệt độ trong bình tăng lên đến $27,3^\circ\text{C}$, áp suất tăng lên đến 1,10 atm, khối lượng bình tăng thêm 3,720g.

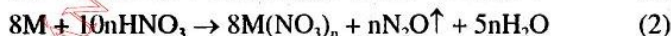
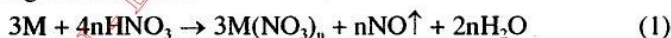
Nếu cho 7,539g A vào 1 lít dung dịch KOH 2M thì sau khi kết thúc phản ứng khối lượng dung dịch tăng thêm 5,718g.

Tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong A.

Phân tích và hướng dẫn giải

Giả sử trong 7,539 gam A có (Mg: x mol; Zn: y mol; Al: z mol)

– Phương trình hoà tan:



Với Mg: $n = 2$; Zn: $n = 2$; Al: $n = 3$ (có thể viết từng phản ứng riêng biệt)

– Tính tổng số mol hỗn hợp khí C:

Nếu đưa toàn bộ bình khí (chứa hỗn hợp C và N_2) về 0°C thì áp suất khí là:

$$P_{\text{tổng}} = \frac{1,1 \text{ atm} \cdot 273,15 \text{ K}}{300,45 \text{ K}} = 1,00 \text{ (atm)}$$

$$p_c = 1 \text{ atm} - 0,23 \text{ atm} = 0,77 \text{ atm}$$

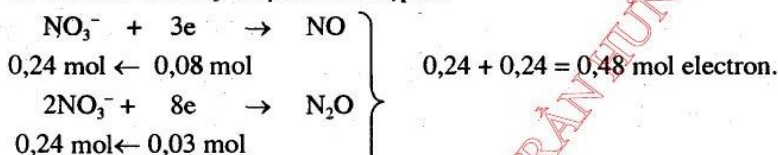
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$n_c = \frac{0,77 \text{ atm} \cdot 3,2 \text{ L}}{0,08205 \cdot \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273,15 \text{ K}} = 0,11 \text{ (mol)}$$

+ Tính số mol mỗi khí trong hỗn hợp C:

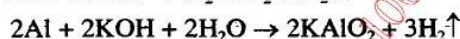
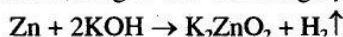
$$\begin{array}{l} 0,11 \text{ mol C} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{NO: } a \text{ mol} \\ \text{N}_2\text{O: } b \text{ mol} \end{array} \right. \\ 3,720 \text{ g} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} a + b = 0,11 \text{ mol} \\ 30a + 44b = 3,720 \text{ g} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} a = 0,08 \text{ mol NO} \\ b = 0,03 \text{ mol N}_2\text{O} \end{array}$$

+ Số electron do NO_3^- nhận từ hỗn hợp A:



+ Số electron do A nhường: $2x + 2y + 3z = 0,48 \text{ (mol electron)}$.

+ Khi cho 7,539g A vào 1 lít dung dịch KOH 2M:



+ Biện luận dư KOH:

$$n_{\text{Al}} < \frac{7,539 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,28 \text{ (mol)} ; n_{\text{Zn}} < \frac{7,539 \text{ g}}{65,38 \text{ g/mol}} = 0,12 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{KOH}} = 2 \text{ mol} > 0,28 \text{ mol} \Rightarrow \text{dư KOH.}$$

+ Độ giảm khối lượng dung dịch:

$$y(65,38 - 2,016) + z(26,98 - 3,024) = 5,718$$

+ Từ đó có hệ phương trình đại số:

$$\left\{ \begin{array}{l} 24,30x + 65,38y + 26,98z = 7,539 \text{ (g)} \\ 2x + 2y + 3z = 0,48 \text{ (mole)} \\ 63,364y + 23,956z = 5,718 \text{ (g)} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} x = 0,06 \text{ mol Mg} \\ y = 0,06 \text{ mol Zn} \\ z = 0,08 \text{ mol Al} \end{array} \right.$$

Thành phần khối lượng A:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg: } 0,06 \text{ (mol)} \times 24,30 \text{ (g/mol)} = 1,458 \text{ g} \rightarrow 19,34\% \\ \text{Zn: } 0,06 \text{ (mol)} \times 65,38 \text{ (g/mol)} = 3,9228 \text{ g} \rightarrow 52,03\% \\ \text{Al: } 0,08 \text{ (mol)} \times 26,98 \text{ (g/mol)} = 2,1584 \text{ g} \rightarrow 28,63\% \end{array} \right.$$

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

7. Hòa tan 2,16 gam hỗn hợp (Na, Al, Fe) vào nước dư thu được 0,448 lít khí (ở đktc) và một lượng chất rắn. Tách lượng chất rắn này cho tác dụng hết với 60 ml dung dịch CuSO_4 1M thì thu được 3,2 gam Cu và dung dịch A. Cho dung dịch A

b) Tính khối lượng chất rắn B.

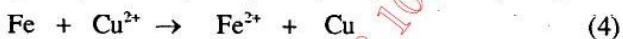
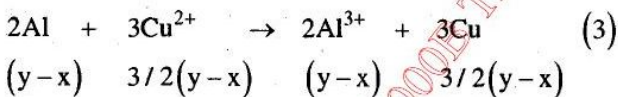
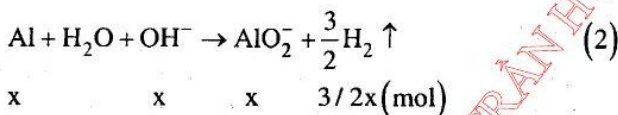
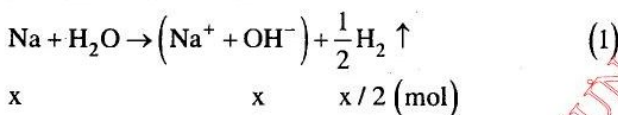
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{H_2} = 0,448 : 22,4 = 0,02 \text{ (mol)}$

$$n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,06 \cdot 1 = 0,06 \text{ (mol)}; n_{\text{Cu}^{2+}(\text{p/-})} = 3,2 : 64 = 0,05 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+}(\text{d-})} = 0,06 - 0,05 = 0,01 \text{ (mol)}$$

Các phương trình phản ứng:



a) Giả sử không có (3) xảy ra $\Rightarrow$ chất rắn chỉ là Fe.

Theo (4) $n_{\text{Fe}}^0 = n_{\text{Cu}} \Rightarrow m_{\text{Fe}}^0 = 0,0556 = 2,8 > 2,16$ (không phù hợp với bài ra)

Vậy có (3) và vì Cu^{2+} còn dư nên Al và Fe đã phản ứng hết theo (3) và (4).

Theo (1) và (2): $n_{H_2} = x + \frac{3}{2}x = 0,02 \Rightarrow x = 0,01$

Theo (3): $n_{Al(3)} = y - 0,01$

$$n_{\text{Cu}^{2+}} = \frac{3}{2}(y - 0,01)$$

Theo (4): $n_{\text{Fe}} = n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,05 - \frac{3}{2}(y - 0,01)$

$$\text{Ta có: } m_{\text{Na}} + m_{\text{Al}} + m_{\text{Fe}} = 23.0,01 + 27y + 56 \left[0,05 - \frac{3}{2}(y - 0,01) \right] = 2,16$$

$$\Rightarrow y = 0,03$$

Vậy trong hỗn hợp ban đầu: $m_{Na} = 23 \cdot 0,01 = 0,23$ gam

$$m_{Al} = 27 \cdot 0,03 = 0,81 \text{ gram}$$

$$m_{Fe} = 2,16 - 0,23 - 0,81 = 1,12 \text{ gam.}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

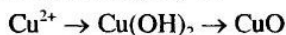
b) Trong dung dịch A có:

$$n_{Al^{3+}} = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ (mol)}$$

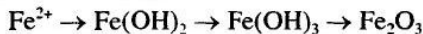
$$n_{Cu^{2+}} = 0,01 \text{ (mol)}$$

$$n_{Fe^{2+}} = n_{Fe} = 1,12 : 56 = 0,02 \text{ (mol)}$$

Ta có sơ đồ các phản ứng xảy ra:



$$\Rightarrow m_{CuO} = 0,01 \cdot 80 = 0,8 \text{ gam}$$



$$\Rightarrow m_{Fe_2O_3} = 0,02 / 2 \cdot 160 = 1,6 \text{ gam}$$



$$\Rightarrow m_{Al_2O_3} = 0,02 / 2 \cdot 102 = 1,02 \text{ gam}$$

$$\text{Vậy } m_B = 0,8 + 1,6 + 1,02 = 3,24 \text{ gam.}$$

8. Hỗn hợp X gồm Fe và kim loại M hóa trị 3. Chia 38,6 gam X thành 2 phần bằng nhau. Phần 1 cho tan hoàn toàn trong dung dịch HNO_3 loãng dư thu được các sản phẩm khử chỉ có NO , N_2O (hỗn hợp Y) với tổng thể tích 6,72 lít, tỉ khối của Y so với H_2 là 17,8. Phần 2 cho vào dung dịch kiềm sau một thời gian thấy lượng H_2 thoát ra vượt quá 6,72 lít. Biết các khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

a) Xác định tên kim loại M và % khối lượng của kim loại trong X.

b) Tính khối lượng HNO_3 đã phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Do HNO_3 dư nên Fe sẽ tạo muối $Fe^{3+} \Rightarrow$ Coi Fe và M có công thức chung $\overline{M}$.

$$\Rightarrow n_Y = 0,3 \text{ mol}$$

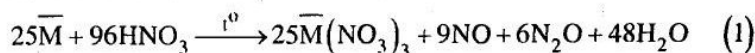
$$\Rightarrow \text{Khối lượng trung bình của Y: } 35,6 \text{ g/mol.}$$

Hỗn hợp Y là 0,3 mol; a là số mol của NO

$$\Rightarrow 30a + (0,3 - a)44 = 35,6 \Rightarrow a = 0,18 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \text{Tỉ lệ mol } NO/N_2O = 3/2$$

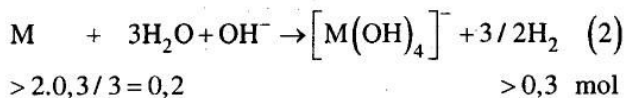
Phương trình hóa học của phần 1:



$$\Rightarrow n_{\overline{M}} = \frac{0,18 \cdot 25}{9} = 0,5 \text{ mol.}$$

X tác dụng với kiềm có khí thoát ra nên M sẽ phản ứng.

Phương trình hóa học của phần 2:



Gọi x là số mol của M $\Rightarrow$ số mol Fe: $0,5 - x$ mol

$$\Rightarrow M_x + (0,5 - x)56 = 19,3 \Rightarrow M = \frac{56x - 8,7}{x} \text{ với } 0,2 < x < 0,5$$

$$\Rightarrow x = \frac{8,7}{56 - M} \Rightarrow 0,2 < \frac{8,7}{56 - M} < 0,5 \Rightarrow 12,5 < M < 38,6 \Rightarrow \text{Chỉ có Al}$$

$$\Rightarrow x = 0,3 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy } \%m_{Al} = \frac{0,3 \cdot 27}{19,3} \cdot 100\% = 41,97\%; \%m_{Fe} = 58,03\%$$

b. Theo (1) $n_{HNO_3} = 96,0,18 / 9 = 1,92$ (mol)

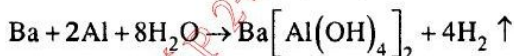
$\Rightarrow$ Khối lượng HNO_3 phản ứng = $63 \cdot 1,92 = 120,96$ gam.

9. Trộn m gam Ba và 8,1 gam bột kim loại Al, rồi cho vào lượng H_2O (dư), sau phản ứng hoàn toàn có 2,7 gam chất rắn không tan. Khi trộn 2m gam Ba và 8,1 gam Al rồi cho vào H_2O (dư), sau phản ứng hoàn toàn thu được V lít khí H_2 (đktc). Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

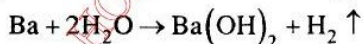
Chất rắn không tan là Al $\Rightarrow$ Khối lượng Al phản ứng là $8,1 - 2,7 = 5,4$ (g)

$\Rightarrow$ Số mol Al phản ứng là $5,4 / 27 = 0,2$ (mol).

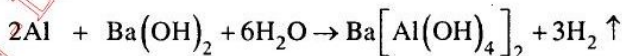


$$0,1 \leftarrow 0,2 \text{ (mol)}$$

$\Rightarrow$ Với m (g) Ba có 0,1 mol Ba $\Rightarrow$ với 2m (g) Ba có 0,2 mol Ba.



$$0,2 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,2 \text{ (mol)}$$



$$8,1 / 27 \rightarrow 0,15 < 0,2 \rightarrow 0,45 \text{ (mol)}$$

$$\text{Vậy } V = (0,2 + 0,45) \cdot 22,4 = 14,56 \text{ (l)}$$

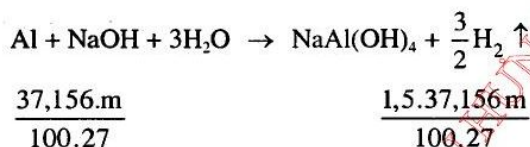
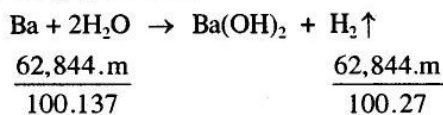
10. Cho m gam hỗn hợp X gồm Ba và Al (trong đó Al chiếm 37,156% về khối lượng) tác dụng với H_2O dư thu được V lít khí H_2 (ở đktc). Mặt khác, nếu cho m gam hỗn hợp X trên tác dụng với dung dịch NaOH dư thì thu được 12,32 lít H_2 (ở đktc). Tính m, V.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cử Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{H_2} = 12,32 / 22,4 = 0,55$ (mol)

* PTPƯ: X + dung dịch NaOH dư:



Ta có: $\frac{62,844m}{13700} + \frac{1,5.37,156m}{2700} = 0,55 \Rightarrow m = 21,8$

Suy ra: $n_{\text{Ba}} = \frac{13,7}{137} = 0,1$ (mol); $n_{\text{Al}} = \frac{21,8.37,156}{100.27} = 0,3$ (mol)

* PTPƯ: X + H₂O dư:

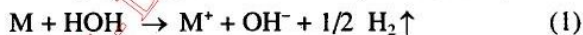


Vậy $V = 0,4 \cdot 22,4 = 8,96$ (lít)

11. Cho 0,5 gam hỗn hợp X gồm Li, Na, K vào nước thu được 2 lít dung dịch có pH = 12. Trộn 8 gam hỗn hợp X và 5,4 gam bột Al rồi thả vào nước đến phản ứng hoàn toàn có V lít khí thoát ra (đktc). Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các kim loại Li, Na, K là các kim loại kiềm, kí hiệu chung là M.



pH = 12 $\Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12}\text{M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2}\text{M}$.

Vì V = 2 lít $\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 2 \cdot 10^{-2} = 0,02$ (mol)

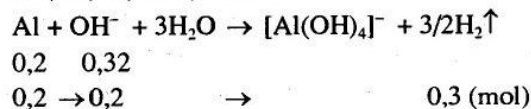
$\Rightarrow V_{\text{H}_2} (1) = 0,02 \cdot 1/2 = 0,01$ (mol)

Ta có: 0,5 gam X $\rightarrow 0,02$ mol OH⁻ và 0,01 mol H₂

8 gam X $\rightarrow a$ mol OH⁻ và b mol H₂

$\Rightarrow a = 8 \cdot 0,02 / 0,5 = 0,32$ mol

$b = 8 \cdot 0,01 / 0,5 = 0,16$ mol.



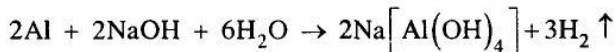
Vậy $V_{\text{H}_2} = (0,16 + 0,3) \cdot 22,4 = 10,304$ (lít).

12. Hoà tan hoàn toàn 8,1 gam Al bằng dung dịch chứa m gam NaOH thu được dung dịch X. Cho 900 ml dung dịch HCl 1M vào X thu được 15,6 gam kết tủa. Tính giá trị lớn nhất của m.

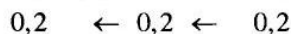
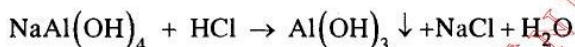
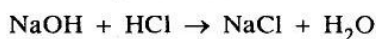
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{Al}} = 8,1 / 27 = 0,3 \text{ (mol)}$; $n_{\text{HCl}} = 0,9 \cdot 1 = 0,9 \text{ (mol)}$

Kết tủa thu được là Al(OH)_3 : $n_{\text{Al(OH)}_3} = 15,6 / 78 = 0,2 \text{ (mol)}$



$\Rightarrow$ X chứa $\text{Na[Al(OH)}_4]$ (0,3 mol) và NaOH dư (x mol).



$$\Rightarrow x + 0,2 = 0,9 \Rightarrow x = 0,7$$

$$\text{Vậy } m_{\text{max}} = (x + 0,7) \cdot 40 = (0,3 + 0,7) \cdot 40 = 40 \text{ (g)}$$

13. Chia hỗn hợp X gồm K, Al và Fe thành hai phần bằng nhau.

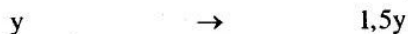
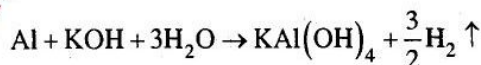
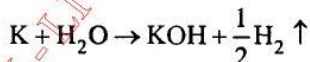
– Cho phần 1 vào dung dịch KOH (dư) thu được 0,784 lít khí H_2 (đktc).

– Cho phần 2 vào một lượng dư H_2O , thu được 0,448 lít khí H_2 (đktc) và m gam hỗn hợp kim loại Y. Hoà tan hoàn toàn Y vào dung dịch HCl (dư) thu được 0,56 lít khí H_2 (đktc).

Tính khối lượng (tính theo gam) của K, Al, Fe trong mỗi phần hỗn hợp X.

Phân tích và hướng dẫn giải

* Phần I: $n_{\text{H}_2} = 0,784 / 22,4 = 0,035 \text{ (mol)}$

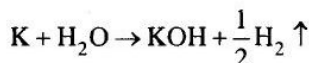


$$\Rightarrow 0,5x + 1,5y = 0,035 \quad (1)$$

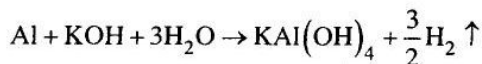
* Phần II: $n_{\text{H}_2} = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ (mol)}$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$n_{H_2}(p_2) < n_{H_2}(p_1) \Rightarrow Al \text{ dư (Fe không xảy ra phản ứng)}$$



$$x \rightarrow x \rightarrow 0,5x$$



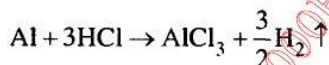
$$x \leftarrow x \rightarrow 1,5x$$

$$\Rightarrow 0,5x + 1,5x = 0,02 \Rightarrow 2x = 0,02 \Rightarrow x = 0,01 \quad (2)$$

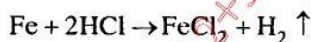
$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow x = 0,01; y = 0,02$$

$$* Y + HCl \text{ (dư): } n_{H_2} = 0,56 / 22,4 = 0,025 \text{ (mol)}$$

$$\text{Số mol Al phản ứng với axit HCl: } 0,02 - x = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ (mol)}$$



$$0,01 \rightarrow 0,015 \text{ (mol)}$$



$$0,01 \leftarrow (0,025 - 0,015)$$

$$\text{Vậy: } m_K = 0,01.39 = 0,39 \text{ (g)}$$

$$m_{Al} = 0,02.27 = 0,54 \text{ (g)}$$

$$m_{Fe} = 0,01.56 = 0,56 \text{ (g)}$$

14. Hỗn hợp bột A gồm 3 kim loại Mg, Zn, Al. Lấy hai phần A trong đó phần 1 nhiều hơn phần 2 là 1,88495 gam. Khi hòa tan hết phần 1 vào 1 lít dung dịch HNO_3 thu được 1 lít dung dịch B và hỗn hợp khí D gồm NO và N_2O (không có sản phẩm khử khác). Thu khí D vào bình dung tích 3,20 lít có chứa sẵn N_2 ở $0^\circ C$ và 0,23 atm thì nhiệt độ trong bình tăng lên đến $27,3^\circ C$; áp suất tăng lên đến 1,10 atm, khối lượng bình tăng thêm 3,720 gam. Bằng cách thích hợp, cô cạn cẩn thận dung dịch B thu được 37,2998 gam muối khan.

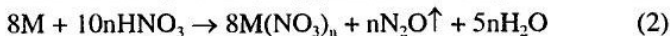
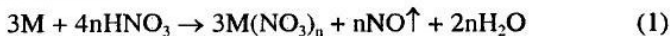
Nếu cho phần 2 vào dung dịch KOH 2M dư thì sau khi kết thúc phản ứng khối lượng dung dịch tăng thêm 4,2885 gam.

Tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong A.

Phân tích và hướng dẫn giải

Cách 1:

* Phần 1: PTHH:



Với Mg: $n = 2$; Zn: $n = 2$; Al: $n = 3$.

– Tính tổng số mol hỗn hợp khí D:

Nếu đưa toàn bộ bình khí (chứa hỗn hợp C và N_2) về $0^\circ C$ thì áp suất khí là:

$$P_{\text{tổng}} = \frac{1,1 \times 273,15}{300,45} = 1,00 \text{ atm} \Rightarrow P_D = 1 \text{ atm} - 0,23 \text{ atm} = 0,77 \text{ atm}$$

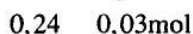
$$\text{Tổng số mol NO} + N_2O \text{ trong D} = \frac{0,77 \times 3,2}{0,08205 \times 273,15} = 0,11 \text{ mol}$$

– Tính số mol mỗi khí trong 0,11 mol hỗn hợp D:

$$\overline{M}_D = \frac{3,72}{0,11} = 33,8181 = 33,82$$

$$\begin{array}{l} \text{NO} = 30 \\ \text{N}_2\text{O} = 44 \end{array} \begin{array}{l} 102,18 \\ 3,82 \end{array} \Rightarrow \frac{\text{NO}}{\text{N}_2\text{O}} = \frac{10,18}{3,82} = \frac{0,08(\text{mol})}{0,03(\text{mol})}$$

– Số electron do NO_3^- nhận từ hỗn hợp A và số mol electron nhường từ kim loại



Số electron thu = $0,24 + 0,24 = 0,48$ mol electron

Giả sử trong phần 1 có (Mg: x mol; Zn: y mol; Al: z mol)

Số electron do A nhường = $2x + 2y + 3z$

$$\Rightarrow 2x + 2y + 3z = 0,48 \quad (I)$$

– Khối lượng muối = $148,31x + 189,38y + 212,98z = 37,2998$ (II)

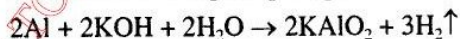
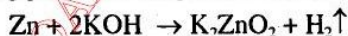
Từ PTHH (1) và (2) thấy số mol $\text{NO}_3^- = (0,08 \times 3) + (0,03 \times 8) = 0,48$

Khối lượng phần 1 = $37,2998 - (62 \times 0,48) = 7,5398$ gam

Khối lượng phần 2 = $7,5398 - 1,88495 = 5,65485$ gam $\sim 75\%$ phần 1

* Khi cho phần 2 vào 1 lít dung dịch KOH 2M:

Trong phần 2 có (Mg: $0,75x$ mol; Zn: $0,75y$ mol; Al: $0,75z$ mol)



Độ giảm khối lượng dung dịch:

$$0,75y \cdot (65,38 - 2,016) + 0,75z \cdot (26,98 - 3,024) = 4,2885 \quad (III)$$

Giải hệ (I), (II), (III) cho: $x = 0,06$ mol; $y = 0,06$ mol; $z = 0,08$ mol

Thành phần khối lượng A:

Mg: $0,06 \text{ mol} \times 1,75 \times 24,31 \text{ g/mol} = 2,55255 \text{ gam} \sim 19,34\%$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{Zn: } 0,06 \text{ mol} \times 1,75 \times 65,38 \text{ g/mol} = 6,8649 \text{ gam} \sim 52,03\%$$

$$\text{Al: } 0,08 \text{ mol} \times 1,75 \times 26,98 \text{ g/mol} = 3,7772 \text{ gam} \sim 28,63\%$$

Cách 2:

+ Trong phần 2 có n_x mol Mg; n_y mol Zn và n_z mol Al

$$(24,31x + 65,38y + 26,98z) - (24,31x + 65,38y + 26,98z)n = 1,88495 \text{ (III)}$$

+ Độ giảm khối lượng dung dịch:

$$n_y(65,38 - 2,016) + n_z(26,98 - 3,024) = 4,2885 \text{ (IV)}$$

Giải hệ (I), (II), (III), (IV) cho: $x = 0,06$; $y = 0,06$; $z = 0,08$; $n = 0,75$

Thành phần khối lượng A:

$$\text{Mg: } 0,06 \text{ mol} \times 1,75 \times 24,31 \text{ g/mol} = 2,55255 \text{ gam} \sim 19,34\%$$

$$\text{Zn: } 0,06 \text{ mol} \times 1,75 \times 65,38 \text{ g/mol} = 6,8649 \text{ gam} \sim 52,03\%$$

$$\text{Al: } 0,08 \text{ mol} \times 1,75 \times 26,98 \text{ g/mol} = 3,7772 \text{ gam} \sim 28,63\%$$

15. Hỗn hợp X gồm Na, Al, chia thành 2 phần bằng nhau. Phần 1 tác dụng nước dư thu 0,0896 lít hidro. Phần 2 tác dụng 50 ml dung dịch NaOH 0,1M (lấy dư), thu 156,8 ml hidro và dung dịch Y. Tính số mol HCl lớn nhất cần thêm vào dung dịch Y để thu 0,156 gam kết tủa, biết các chất khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\frac{x}{2} + \frac{3x}{2} = 0,004 \rightarrow x = 0,002$$

$$\frac{x}{2} + \frac{3y}{2} = 0,007 \rightarrow y = 0,004$$

$$n_{\text{OH}^-}(\text{ddY}) = 0,002 + 0,05 \cdot 0,1 - 0,004 = 0,003 \text{ (mol)}$$

Trong dung dịch Y có: số mol $\text{OH}^- = 0,003 \text{ (mol)}$; $\text{AlO}_2^- = 0,004 \text{ (mol)}$.

Số mol kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3 = 0,002 \text{ (mol)}$

$$\text{Vậy: } n_{\text{H}^+} = 4 \cdot 0,004 - 3 \cdot 0,002 + 0,003 = 0,013 \text{ (mol)}$$

16. Hợp kim của ba kim loại Ba, Mg và Al (hợp kim A) được dùng nhiều trong kỹ thuật chân không.

Lấy m gam A (dạng bột) cho vào nước dư, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thấy thoát ra 0,896 lít khí H_2 .

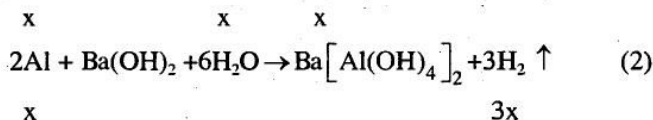
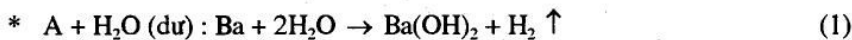
Lấy m gam A (dạng bột) cho vào dung dịch NaOH dư, thu được tối đa 6,944 lít H_2 .

Lấy m gam A hòa tan bằng lượng vừa đủ axit clohidric thu được 9,814 lít khí hidro.

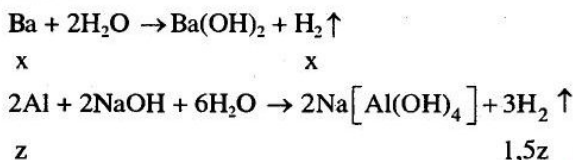
Tính giá trị m . Biết thể tích khí H_2 đều đo ở đktc.

Phân tích và hướng dẫn giải

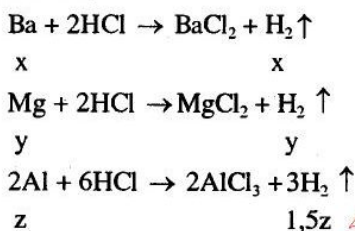
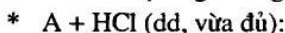
Các phương trình hóa học xảy ra:



Còn lại Mg không tan và một phần Al chưa tan.



Chỉ còn lại Mg không tan.



Gọi x, y, z lần lượt là số mol Ba, Mg và Al trong m gam bột hợp kim A.

Từ thí nghiệm 1, ta có:

$$x + 3x = 4x = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \Rightarrow x = \frac{0,04}{4} = 0,01(\text{mol})$$

Từ thí nghiệm 2, ta có:

$$x + 1,5z = \frac{6,944}{22,4} = 0,31 \Rightarrow 0,01 + 1,5z = 0,31 \Rightarrow z = \frac{0,31 - 0,01}{1,5} = 0,2$$

Từ thí nghiệm 3, ta có:

$$x + y + 1,5z = \frac{9,184}{22,4} = 0,41 \Rightarrow 0,01 + y + 1,5 \cdot 0,2 = 0,41 \Rightarrow y = 0,1$$

$$\text{Vậy } m = m_{Ba} + m_{Mg} + m_{Al}$$

$$\Rightarrow m = 137 \cdot x + 24 \cdot y + 27 \cdot z = 137 \cdot 0,01 + 24 \cdot 0,1 + 27 \cdot 0,2 \Rightarrow m = 9,17 \text{ (gam)} .$$

17. Khối lượng Cu trong mẫu hợp kim Al – Cu là 1 gam. Khi luyện thêm 4 gam Mg vào mẫu hợp kim này thì phần trăm khối lượng nhôm trong hợp kim mới nhỏ hơn phần trăm khối lượng nhôm trong hợp kim ban đầu là 33,33%. Khi ngâm mẫu hợp kim này trong dung dịch NaOH, sau một thời gian đo được lượng khí thoát ra đã quá 2 lít (đktc). Xác định phần trăm khối lượng Cu trong hợp kim ban đầu.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi a (g) là số gam Al có trong hợp kim ban đầu

⇒ khối lượng hợp kim loại đầu bằng a+1 (g).

Phần trăm khối lượng Al trong hợp kim ban đầu:

$$\%m_{\text{Al(ban đầu)}} = \frac{m_{\text{Al(ban đầu)}} \cdot 100\%}{m_{\text{(hợp kim ban đầu)}}} = \frac{a \cdot 100\%}{1 + a}$$

Khi luyện thêm 4 g Mg vào ⇒ hợp kim mới có khối lượng bằng

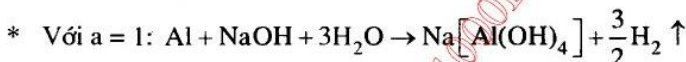
$$a + 1 + 4 = a + 5 \text{ (g)}.$$

Phần trăm khối lượng Al trong hợp kim mới: $\% m_{\text{Al(mới)}} = \frac{a \cdot 100\%}{a + 5}$

Theo bài ra, ta có: $\frac{a}{a+1} - \frac{a}{a+5} = \frac{33,33}{100} = \frac{1}{3}$

$$\Rightarrow a^2 - 6a + 5 = 0.$$

Giải ra ta được a=1; a=5.



Theo PTHH trên ta tính được: $n_{\text{Al}} = 2 \cdot n_{\text{H}_2} / 3 = 2 \cdot 2 / 3 \cdot 22,4 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow m_{\text{Al}} = 27 \cdot 2 \cdot 2 / 3 \cdot 22,4 = 1,6 \text{ (gam)} > a = 1 \text{ (gam)}$$

⇒ Vô lí nên loại trường hợp này.

Vậy a = 5 (g). Do đó % m_{Al} trong hợp kim ban đầu bằng:

$$\% m_{\text{Al(ban đầu)}} = \frac{1}{5+1} \cdot 100\% = 16,67\%$$

18. Cho 13 (g) hỗn hợp A gồm một kim loại kiềm M và một kim loại R (hoá trị II) tan hoàn toàn vào H₂O được dung dịch B và 4,032 lít H₂ (đktc). Chia dung dịch B thành hai phần bằng nhau:

Phần 1: Đem cô cạn thu được 8,12 (g) chất rắn.

Phần 2: Cho tác dụng với 400 ml dung dịch HCl 0,35M thu được kết tủa Y.

a) Xác định hai kim loại và khối lượng mỗi kim loại trong 13(g) A. Biết M < 40.

b) Tính khối lượng kết tủa Y.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phần 2: $+ \text{HCl} \longrightarrow \text{Kết tủa} \Rightarrow \text{Kim loại R có hidroxit lưỡng tính.}$

Phương trình phản ứng:



Gọi a là số mol M trong A và b là số mol R trong A.

Theo bài ra: A tan hết ⇒ R đã hết, MOH có thể dư.

$$\text{Số mol khí hidro: } n_{\text{H}_2} = \frac{4,032}{22,4} = 0,18(\text{mol})$$

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow a + 2b = 2 \cdot 0,18 = 0,36 \quad (*)$$

Khi cô cạn phần 1 thu được: 8,12 (g) chất rắn $\Rightarrow$ nếu cô cạn cả dung dịch A thì khối lượng chất rắn là 16,24 (g).

Trong chất rắn có $(a - 2b)$ mol MOH và b mol M_2RO_2

$$\Rightarrow (a - 2b)(M + 17) + b(2M + R + 32) = 16,24$$

$$\Rightarrow aM + 17a + bR - 2b = 16,24 \quad (**)$$

$$\text{Từ bài ta có: } aM + bR = 13 \quad (***)$$

$$\text{Từ (*), (**), (***)} \Rightarrow a = 0,2; b = 0,08.$$

$$\text{Thay a, b vào (***)} \Rightarrow 20M + 8R = 1300$$

Ta có bảng sau:

M	7(Li)	23(Na)	39(K)
R	145	105	65(Zn)

Vậy chỉ có trường hợp M là K và R là Zn là thỏa mãn.

Khối lượng mỗi kim loại trong A:

$$m_K = 0,2 \cdot 39 = 7,8 \text{ (g)}$$

$$m_{\text{Zn}} = 0,08 \cdot 65 = 5,2 \text{ (g)}$$

b) Trong phần 2: Có 0,04 mol K_2ZnO_2 và 0,02 mol KOH.

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{HCl}} = 0,4 \cdot 0,35 = 0,14 \text{ (mol)}$$



Từ các phản ứng $\Rightarrow$ Số mol Zn(OH)_2 dư sau phản ứng (5) là:

$$n = 0,04 - \frac{1}{2}(0,14 - 0,02 - 0,08) = 0,02 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \text{Khối lượng kết tủa Y là: } m_Y = 0,02 \cdot 99 = 1,98 \text{ (g)}.$$

19. Hỗn hợp bột A gồm 3 kim loại Mg, Zn, Al. Khi hòa tan hết 7,5 gam A vào 1 lít dung dịch HNO_3 thu được 1 lít dung dịch B và hỗn hợp khí D gồm NO và N_2O

(không có sản phẩm khử khác của N). Thu khí D vào bình dung tích 3,36 lít có chứa sẵn N_2 ở 0°C và 0,22 atm thì nhiệt độ trong bình tăng lên đến 27°C , áp suất tăng lên 1,047 atm, khối lượng bình tăng thêm 3,72 gam.

Nếu cho 7,5 gam A vào 1 lít dung dịch KOH 2M thì sau khi kết thúc phản ứng khối lượng dung dịch tăng thêm 5,7 gam.

Tính số mol mỗi kim loại trong A.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi số mol của Mg, Zn, Al lần lượt là x mol; y mol; z mol trong 7,5g A.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Xác định số mol của các chất khí:

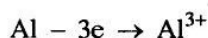
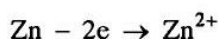
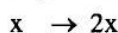
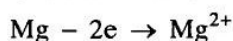
$$n_{N_2} = \frac{3,36 \cdot 0,22}{273 \cdot 0,082} = 0,033 \text{ mol}$$

$$n_{NO} + n_{N_2O} = \frac{1,047 \cdot 3,36}{0,082 \cdot 300} - 0,033 = 0,11 \text{ mol}$$

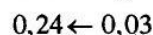
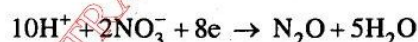
Gọi a, b lần lượt là số mol của NO và N₂O tạo thành.

$$\begin{cases} a + b = 0,11 \\ 30a + 44b = 3,72 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,08 \\ b = 0,03 \end{cases}$$

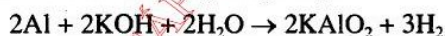
Quá trình oxi hóa



Quá trình khử



Khí cho 7,5 gam A vào 1 lít dung dịch KOH 2M:



– Biện luận dư KOH:

$$n_{Al} < \frac{7,5}{27} = 0,28 \text{ mol}, n_{Zn} < \frac{7,5}{65} = 0,115 \text{ mol}$$

$$n_{KOH} = 2 \text{ mol} > 0,28 \text{ mol} \Rightarrow \text{KOH dư}$$

Độ giảm khối lượng dung dịch: $y(65 - 2) + z(27 - 3) = 5,7$

+ Từ đó có hệ phương trình:

$$\begin{cases} 24x + 65y + 27z = 7,5 \\ 2x + 2y + 3z = 0,48 \\ 63y + 24z = 5,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,06 \\ y = 0,06 \\ z = 0,08 \end{cases}$$

20. Một hỗn hợp gồm kim loại kiềm M và một kim loại R có hóa trị III. Cho 3,03 gam hỗn hợp này tan hoàn toàn vào H₂O thu được dung dịch A và 1,904 lít khí ở điều kiện tiêu chuẩn. Chia dung dịch A làm hai phần bằng nhau.

Phần 1: Cô cạn hoàn toàn thu được 2,24 gam chất rắn.

Phần 2: Thêm V lít HCl 1M vào thấy xuất hiện 0,39 gam kết tủa.

1. Xác định tên của hai kim loại và tính phần trăm khối lượng mỗi loại trong hỗn hợp ban đầu.

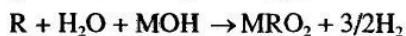
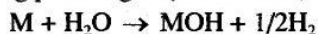
2. Tính giá trị V.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Gọi số mol của M và R lần lượt là a, b.

$$\Rightarrow Ma + Rb = 3,03 \quad (1)$$

Giả sử cả M và R đều tác dụng với H_2O thì dung dịch A chứa hai muối clorua. Cho A tác dụng với HCl thì không có kết tủa (vì muối clorua kết tủa thì kim loại không tác dụng với nước) điều đó trái với giả thiết, chứng tỏ R không phản ứng với nước nhưng phản ứng được với kiềm (R là kim loại có oxit, hydroxit lưỡng tính):



Theo giả thiết $nH_2 = 1,904 / 22,4 = 0,085$

$$\Rightarrow a/2 + 3/2 \cdot b = 0,085$$

$$\Rightarrow a + 3b = 0,17 \quad (2)$$

Dung dịch A thu được gồm: b mol MRO_2 và (a - b) mol MOH.

Chia A làm hai phần bằng nhau:

Phần 1: Cô cạn thu được 2,24 gam chất rắn

$$\Rightarrow b \cdot (M + R + 32) + (a - b) \cdot (M + 17) = 4,48 \quad (3)$$

Giải phương trình (1, 2, 3) ta được a = 0,05, b = 0,04.

Thay a, b vào (1) $\Rightarrow 5M + 4R = 303$

M	Li	Na	K
R	67 (L)	47 (L)	27 (Al)

Khối lượng của K là: $m_K = 39 \cdot 0,05 = 1,95g$

$$\Rightarrow \%m_K = 1,95 \cdot 100 / 3,03 = 64,35\%$$

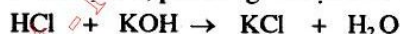
$$\%m_{Al} = 100 - 64,35 = 35,65\%$$

2. Thêm dung dịch HCl vào phần 2 thu được:

$$0,39 / 78 = 0,005 \text{ mol } Al(OH)_3 \text{ kết tủa.}$$

Nên xảy ra 2 trường hợp:

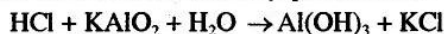
- * **Trường hợp 1:** HCl thiếu, phản ứng chỉ tạo kết tủa:



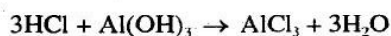
Tổng số mol HCl đã dùng là: $0,005 + 0,005 = 0,01 \text{ mol.}$

$$V_{HCl} = 0,01 / 1 = 0,01 \text{ lít.}$$

- * **Trường hợp 2:** HCl dư để hòa tan một phần kết tủa:



Số mol kết tủa bị tan là 0,015 mol:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$0,045 \quad 0,015$$

Tổng số mol HCl đã dùng là: $0,005 + 0,02 + 0,045 = 0,07 \text{ mol}$.

$$V_{\text{HCl}} = 0,07/1 = 0,07 \text{ lít.}$$

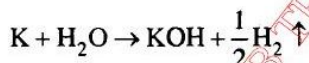
21. Chia hỗn hợp X gồm K, Al và Fe thành hai phần bằng nhau.

- Cho phần 1 vào dung dịch KOH (dư) thu được 0,784 lít khí H_2 (đktc).
- Cho phần 2 vào một lượng dư H_2O , thu được 0,448 lít khí H_2 (đktc) và m gam hỗn hợp kim loại Y. Hoà tan hoàn toàn Y vào dung dịch HCl (dư) thu được 0,56 lít khí H_2 (đktc).

Tính khối lượng (tính theo gam) của K, Al, Fe trong mỗi phần hỗn hợp X.

Phân tích và hướng dẫn giải

* Phần I: $n_{\text{H}_2} = 0,784 / 22,4 = 0,035 \text{ (mol)}$



$$x \quad \rightarrow \quad 0,5x$$

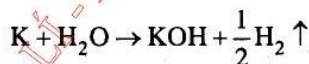


$$y \quad \rightarrow \quad 1,5y$$

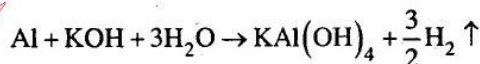
$$\Rightarrow 0,5x + 1,5y = 0,035 \quad (1)$$

* Phần II: $n_{\text{H}_2} = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ (mol)}$

$$n_{\text{H}_2}(\text{P}_2) < n_{\text{H}_2}(\text{P}_1) \Rightarrow \text{Al dư (Fe không xảy ra phản ứng)}$$



$$x \quad \rightarrow \quad x \quad \rightarrow \quad 0,5x$$



$$x \leftarrow x \quad \rightarrow \quad 1,5x$$

$$\Rightarrow 0,5x + 1,5x = 0,02$$

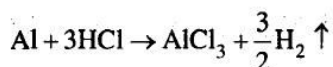
$$\Rightarrow 2x = 0,02 \quad \Rightarrow x = 0,01 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow x = 0,01; y = 0,02$$

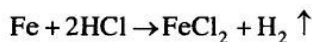
* $\text{Y} + \text{HCl}$ (dư): $n_{\text{H}_2} = 0,56 / 22,4 = 0,025 \text{ (mol)}$

Số mol Al phản ứng với axit HCl:

$$0,02 - x = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ (mol)}$$



$$0,01 \rightarrow 0,015(\text{mol})$$



$$0,01 \leftarrow (0,025 - 0,015)$$

Vậy: $m_K = 0,01.39 = 0,39(\text{g})$

$$m_{\text{Al}} = 0,02.27 = 0,54(\text{g})$$

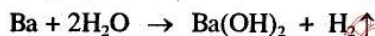
$$m_{\text{Fe}} = 0,01.56 = 0,56(\text{g})$$

22. Cho m gam hỗn hợp X gồm Ba và Al (trong đó Al chiếm 37,156% về khối lượng) tác dụng với H_2O dư thu được V lít khí H_2 (ở đktc). Mặt khác, nếu cho m gam hỗn hợp X trên tác dụng với dung dịch NaOH dư thì thu được 12,32 lít H_2 (ở đktc). Tính m và V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{H}_2} = 12,32 / 22,4 = 0,55(\text{mol})$

PTPƯ: X + dung dịch NaOH dư:



$$\frac{62,844.m}{100.137}$$

$$\frac{62,844.m}{100.27}$$



$$\frac{37,156.m}{100.27}$$

$$\frac{1,5.37,156.m}{100.27}$$

Ta có: $\frac{62,844.m}{13700} + \frac{1,5.37,156.m}{2700} = 0,55 \Rightarrow m = 21,8$

Suy ra: $n_{\text{Ba}} = \frac{13,7}{137} = 0,1(\text{mol})$; $n_{\text{Al}} = \frac{21,8.37,156}{100.27} = 0,3(\text{mol})$

* PTPƯ: X + H_2O dư:



$$0,1 \quad 0,3$$

$$0,1 \rightarrow 0,2$$

$$\rightarrow$$

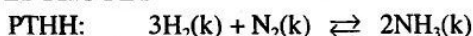
$$0,4(\text{mol})$$

Vậy $V = 0,4 \cdot 22,4 = 8,96(\text{lít})$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Củ Thanh Toàn

Chuyên đề 7. AMONIAC. MUỐI AMONI

A. LÝ THUYẾT



– Hằng số cân bằng của phản ứng:

$$K_C = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]}$$

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{N}_2}}$$

$$K_p = K_C(RT)^{\Delta n} = K_C(RT)^{-2}$$

– Biểu thức liên hệ giữa số mol và tỉ khối:

$$\frac{\sum n_t}{\sum n_s} = \frac{m_t / \bar{M}_t}{m_s / \bar{M}_s} = \frac{m_t \cdot \bar{M}_s}{m_s \cdot \bar{M}_t} = \frac{m_t \cdot d_{s/\text{H}_2} \cdot 2}{m_s \cdot d_{t/\text{H}_2} \cdot 2}$$

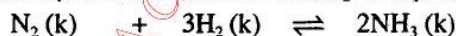
Vì $m_t = m_s$ (bảo toàn khối lượng) nên: $\frac{\sum n_t}{\sum n_s} = \frac{d_{s/\text{H}_2}}{d_{t/\text{H}_2}}$

Với n_t, n_s lần lượt là số mol trước, sau phản ứng.

d_t, d_s lần lượt là tỉ khối của hỗn hợp trước, sau phản ứng.

– Biểu thức liên hệ giữa hằng số cân bằng K_p , hiệu suất phản ứng h và áp suất của hệ:

Gọi x và h lần lượt là số mol ban đầu của N_2 và hiệu suất phản ứng.



Ban đầu: $x \quad 3x \quad 0 \quad (\text{mol})$

Phản ứng: $hx \quad 3hx \quad 2hx \quad (\text{mol})$

Sau pư: $x(1-h) \quad 3(1-h) \quad 2hx \quad (\text{mol})$

$$\Rightarrow \sum n = x(4-2h)$$

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} \cdot P_{\text{H}_2}^3} = \frac{\left(\frac{2hx}{x(4-2h)} P \right)^2}{\left(\frac{x(1-h)}{x(4-2h)} P \right) \left(\frac{3x(1-h)}{x(4-2h)} P \right)^3} \Rightarrow \frac{2h(4-2h)}{5,2(1-h)^2} = P \sqrt{K_p}$$

– Khi phản ứng xảy ra ở nhiệt độ không đổi và trong bình kín nên giữa áp suất và

số mol ta có tỉ lệ: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$

Với P_1, P_2 lần lượt là áp suất trước, sau phản ứng

n_1, n_2 lần lượt là số mol trước, sau phản ứng.

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Haber là một trong số các nhà hóa học có đóng góp quan trọng vào phản ứng tổng hợp NH_3 từ khí H_2 và N_2 . Trong thí nghiệm 1 tại 472°C , Haber và cộng sự thu được $[\text{H}_2] = 0,1207\text{M}$; $[\text{N}_2] = 0,0402\text{M}$; $[\text{NH}_3] = 0,00272\text{M}$ khi hệ phản ứng đạt đến cân bằng. Trong thí nghiệm 2 tại 500°C , người ta thu được hỗn hợp cân bằng có áp suất riêng phần của H_2 là $0,733\text{ atm}$; của N_2 là $0,527\text{ atm}$ và của NH_3 là $1,73 \cdot 10^{-3}\text{ atm}$.

Phản ứng thuận: $3\text{H}_2(\text{k}) + \text{N}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{k})$ là phản ứng tỏa nhiệt hay thu nhiệt? Tại sao?

Phân tích và phương pháp giải

Tính hằng số cân bằng:

$$\text{Tại } 472^\circ\text{C}: K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]} = \frac{(0,00272)^2}{(0,1207)^3 \cdot (0,0402)} = 0,105$$

$$\rightarrow K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 0,105 \cdot [0,082 \cdot (472 + 273)]^{-2} = 2,81 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Tại } 500^\circ\text{C}: K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{N}_2}} = \frac{(1,73 \cdot 10^{-3})^2}{(0,733)^3 \cdot (0,527)} = 1,44 \cdot 10^{-5} < 2,81 \cdot 10^{-5}$$

Nhiệt độ tăng, K_p giảm $\rightarrow$ phản ứng thuận là phản ứng tỏa nhiệt (theo nguyên lí của Lơ Satơlie).

2. Nén 2 mol nitơ và 8 mol hiđro vào một bình kín có thể tích 2 lít (chỉ chứa sẵn chất xúc tác với thể tích không đáng kể) đã được giữ ở nhiệt độ không đổi. Khi phản ứng trong bình đạt cân bằng, áp suất khí trong bình bằng 0,8 lần áp suất lúc đầu (khi mới cho xong các khí vào bình, chưa xảy ra phản ứng). Tính hằng số cân bằng của phản ứng xảy ra trong bình.

Phân tích và phương pháp giải

Xét phản ứng: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

Số mol lúc đầu: 2 8

Số mol phản ứng: x 3x 2x

Số mol cân bằng: 2-x 8-3x 2x

Tổng số mol khí lúc đầu: 2 + 8 = 10 mol

Tổng số mol khí lúc cân bằng: (2-x) + (8-3x) + 2x = 10 - 2x mol

Vì thể tích bình và nhiệt độ không đổi nên áp suất trong bình tỉ lệ thuận với số

$$\text{mol khí: } \frac{P_{\text{cb}}}{P_{\text{đ}}} = \frac{10 - 2x}{10} = 0,8 \rightarrow x = 1 (\text{mol})$$

Nồng độ các chất ở cân bằng:

$[\text{NH}_3] = 1\text{M}$; $[\text{N}_2] = 0,5\text{M}$; $[\text{H}_2] = 2,5\text{M}$

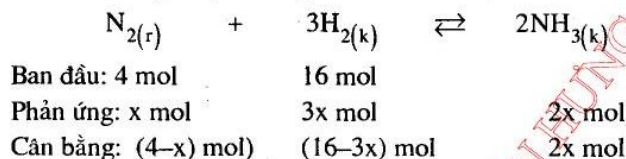
Hằng số cân bằng: $K_c = 0,128$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

3. Nén hỗn hợp gồm 4 mol nitơ và 16 mol hidro vào một bình kín có thể tích là 4 lít (chỉ chứa xúc tác với thể tích không đáng kể) đã được giữ ở nhiệt độ không đổi. Khi phản ứng trong bình đạt cân bằng, áp suất trong bình bằng 0,8 lần áp suất lúc đầu (lúc mới cho các khí vào chưa xảy ra phản ứng). Tính hằng số cân bằng của phản ứng.

Phân tích và phương pháp giải

Gọi x là số mol N_2 lúc phản ứng.



Vì phản ứng xảy ra ở nhiệt độ không đổi và trong bình kín nên giữa áp suất và

số mol ta có tỉ lệ: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$

với P_1, P_2 lần lượt là áp suất trước, sau phản ứng

n_1, n_2 lần lượt là số mol trước, sau phản ứng.

$$\frac{P_1}{0,8P_1} = \frac{20}{n_2} \Rightarrow n_2 = 16 \text{ (mol)}$$

Tổng số mol các chất sau phản ứng là: $(4-x) + (16-3x) + 2x = 16$

$$\Rightarrow x = 2$$

Số mol và nồng độ mol/l các chất sau phản ứng là:

$$\Rightarrow n_{N_2} = 4 - 2 = 2 \text{ (mol)} \Rightarrow [N_2] = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ (mol/l)}$$

$$n_{H_2} = 16 - 3 \cdot 2 = 10 \text{ (mol)} \Rightarrow [H_2] = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ (mol/l)}$$

$$n_{NH_3} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ (mol)} \Rightarrow [NH_3] = \frac{4}{4} = 1 \text{ (mol/l)}$$

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^2} = \frac{1^2}{(0,5) \cdot (2,5)^2} = 0,128$$

4. Xét phản ứng tổng hợp amoniac: $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$

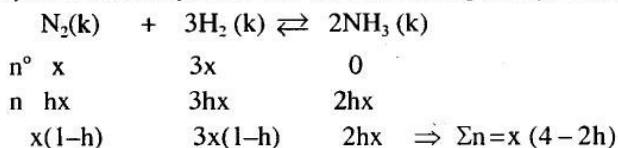
Ở $500^\circ C$ hằng số cân bằng của phản ứng này là $K_p = 1,5 \cdot 10^{-5}$.

(a) Ban đầu trộn N_2 và H_2 theo tỉ lệ 1: 3 về thể tích. Tính hiệu suất phản ứng tổng hợp NH_3 khi áp suất cân bằng của hệ là 500 atm và 1000 atm.

(b) Các kết quả tính được có phù hợp với nguyên lý chuyển đổi cân bằng hoá học hay không ?

Phân tích và phương pháp giải

a) Gọi x và h lần lượt là số mol ban đầu của N_2 và hiệu suất phản ứng.



$$K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3} = \frac{\left(\frac{2hx}{x(4-2h)} P \right)^2}{\left(\frac{x(1-h)}{x(4-2h)} P \right) \left(\frac{3x(1-h)}{x(4-2h)} P \right)^3}$$

$$\Leftrightarrow \frac{2h(4-2h)}{5,2(1-h)^2} = P \sqrt{K} (*)$$

) Tại $P = 500 \text{ atm}$, $() \Leftrightarrow 14,1h^2 - 28,2h + 10,1 = 0$ với $h \leq 1$

$\Rightarrow h = 0,467$, vậy hiệu suất phản ứng bằng 46,7%.

) Tại $P = 1000 \text{ atm}$, $() \Leftrightarrow 14,1h^2 - 28,2h + 10,1 = 0$ với $h \leq 1$

$\Rightarrow h = 0,593$, vậy hiệu suất phản ứng bằng 59,3%.

Khi áp suất tăng, hiệu suất phản ứng tăng.

b) Khi áp suất tăng, hiệu suất phản ứng tổng hợp NH_3 tăng. Điều này phù hợp với nguyên lý chuyển dời cân bằng. Khi tăng áp suất, cân bằng chuyển dời theo chiều làm giảm số phân tử khí (với phản ứng tổng hợp NH_3 là chiều thuận).

5. X là hỗn hợp N_2 và H_2 , có tỉ khối so với H_2 là 4,25. Nung nóng X một thời gian trong bình kín có chất xúc tác thích hợp, thu được hỗn hợp khí có tỉ khối so với H_2 bằng 6,8. Tính hiệu suất của phản ứng tạo thành amoniac.

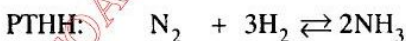
Phân tích và phương pháp giải

Ban đầu: $n_{N_2} = x \text{ (mol)}$; $n_{H_2} = 7 \text{ (mol)}$.

Ta có: $\frac{28x + 2y}{x + y} = 4,25 \cdot 2 = 8,5$

$$\Rightarrow 28x + 2y = 8,5x + 8,5y \Rightarrow 19,5x = 6,5y \Rightarrow 3x = y$$

Suy ra: $n_{N_2} : n_{H_2} = x : y = 1 : 3$ (đúng theo tỉ lệ trong PTPU)



Ban đầu: $x \quad 3x \quad 0 \quad \Sigma = 4x$

Phản ứng: $a \rightarrow 3a \rightarrow 2a$

Còn lại: $x-a \quad 3x-3a \quad 2a \quad \Sigma = 4x - 2a$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Ta có:
$$\frac{4x}{4x - 2a} = \frac{6,8}{4,25} = 1,6$$

$$\Rightarrow 4x = 6,4x - 3,2a \Rightarrow 2,4x = 3,2a \Rightarrow \frac{a}{x} = \frac{2,4}{3,2} = 0,75$$

Vậy $H\% = \frac{a \cdot 100\%}{x} = 0,75 \cdot 100\% = 75\%$

Chú ý:
$$\frac{\sum n_t}{\sum n_s} = \frac{m_t / \bar{M}_t}{m_s / \bar{M}_s} = \frac{m_t \cdot \bar{M}_s}{m_s \cdot \bar{M}_t} = \frac{m_t \cdot d_{s/H_2} \cdot 2}{m_s \cdot d_{t/H_2} \cdot 2}$$

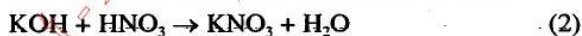
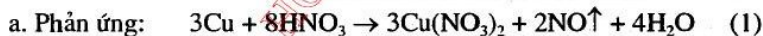
Vì $m_t = m_s$ (bảo toàn khối lượng) nên:
$$\frac{\sum n_t}{\sum n_s} = \frac{d_{s/H_2}}{d_{t/H_2}}$$

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

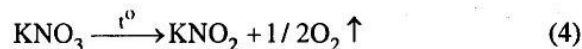
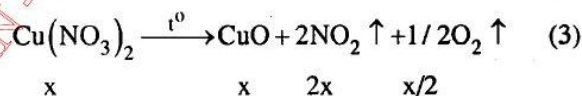
6. Hòa tan hoàn toàn a gam Cu trong 600 ml dung dịch HNO_3 1M, thu được khí NO (sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch A. Trung hòa A bằng dung dịch KOH vừa đủ, rồi cô cạn thì thu được chất rắn khan B (b gam). Nung nóng B đến khối lượng không đổi thu được khí C và 29 gam chất rắn D. Cho C hấp thụ hết vào nước thu được 3,0 lít dung dịch E.

a) Viết các PTPƯ, tính giá trị a, b và pH của dung dịch E.

b) Sục khí NH_3 vào dung dịch A thấy tạo thành 9,8 gam kết tủa. Tính số mol NH_3 đã dùng. Cho các phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Phân tích và phương pháp giải

Muối khan B: $Cu(NO_3)_2$ và KNO_3



Gọi $n_{Cu} = x$ mol $\Rightarrow n_{HNO_3} (1) = 8x/3$ mol $\Rightarrow n_{HNO_3}$ dư = $(0,6 - 8x/3)$

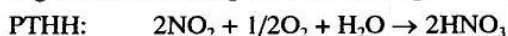
Suy ra: $n_{KNO_3} = (0,6 - 8x/3)$ mol

Ta có: $80x + 85 \cdot (0,6 - 8x/3) = 29 \Rightarrow x = 0,15$

Vậy $a = 0,15 \cdot 64 = 9,6$ gam;

$b = 0,15 \cdot 188 + 101 \cdot 0,2 = 48,4$ gam.

C gồm: 0,3 mol NO_2 và 0,175 mol O_2



0,3

0,3

 $[H^+] = 0,3/3 = 0,1M$. Suy ra: $pH = 1$

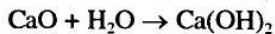
 b. Phản ứng: $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$
0,2 $\leftarrow$ 0,2
 TH1: $Cu^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$
0,2 $\leftarrow$ 0,1
 Suy ra: $n_{NH_3} = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ mol}$.

 TH2: $Cu^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$
0,15 $\rightarrow$ 0,3 $\rightarrow$ 0,15
 $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$
0,15-0,1 $\rightarrow$ 0,2
 Suy ra: $n_{NH_3} = 0,2 + 0,3 + 0,2 = 0,7 \text{ mol}$.

7. a) Có một bình chứa khí NH_3 lẫn hơi nước. Nêu phương pháp làm khan NH_3 .
 b) Hãy giải thích tại sao NH_3 có khả năng tạo phức chất với một số cation kim loại như Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ .

Phân tích và phương pháp giải

- a) Dẫn khí qua vôi sống CaO dư, khi đó xảy ra phản ứng:


 Ta thu được NH_3 tinh khiết.

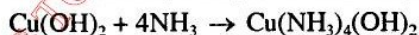
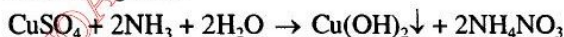
- b) Phân tử NH_3 có khả năng tạo phức chất với một số cation kim loại như Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ do sự liên kết cho – nhận giữa cặp electron tự do của nguyên tử N (NH_3) với AO trống của các cation (liên kết phối trí trong phức chất).
 8. Nêu và giải thích hiện tượng xảy ra trong các thí nghiệm sau: Nhỏ từ từ dung dịch NH_3 đến dư lần lượt vào từng dung dịch đựng riêng biệt: $NaHCO_3$, $CuSO_4$, $FeCl_3$.

Phân tích và phương pháp giải

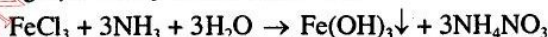
Nêu hiện tượng và giải thích:

 Nhỏ dung dịch NH_3 vào:

- Dung dịch $NaHCO_3$ không có hiện tượng.
- Dung dịch $CuSO_4$ lúc đầu có kết tủa màu xanh, sau kết tủa tan tạo dung dịch màu xanh trong suốt:



- Dung dịch $FeCl_3$ có kết tủa đỏ nâu:



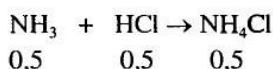
9. Cho từ từ dung dịch HCl 35% vào 56,76 ml dung dịch NH_3 16% ($D = 0,936 \text{ g/ml}$) ở $20^\circ C$ cho đến khi trung hòa vừa đủ thu được dung dịch A. Làm lạnh

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

dung dịch A về 0°C thì thu được dung dịch B có nồng độ 22,9% và có m gam muối kết tinh. Xác định m.

Phân tích và phương pháp giải

$$m_{\text{ddNH}_3} = 53,127 \text{ gam}; n_{\text{NH}_3} = 0,5 \text{ mol}$$



$$\Rightarrow m_{\text{ddHCl}} = 52,143 \text{ gam}; m_{\text{NH}_4\text{Cl}(\text{trong A})} = 26,75 \text{ gam}$$

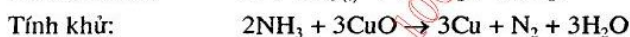
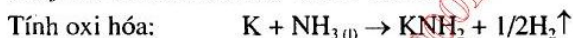
$$\text{Theo bài ra ta có: } \frac{26,75}{53,127 + 52,143 - m} = \frac{22,9}{100} \Rightarrow m = 3,428 \text{ gam}$$

10. a) Amoniac có tính oxi hóa hay tính khử? Viết phương trình phản ứng minh họa.

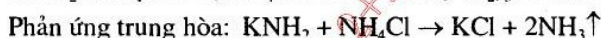
b) Trong dung môi amoniac lỏng, các hợp chất KNH_2 , NH_4Cl , $\text{Al}(\text{NH}_2)_3$ có tính axit, bazơ hay lưỡng tính? Viết các phương trình phản ứng minh họa.

Phân tích và phương pháp giải

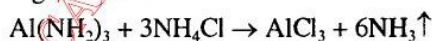
a) NH_3 vừa có tính oxi hóa, vừa có tính khử:



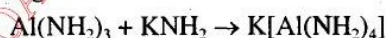
b) KNH_2 là một bazơ, NH_4Cl là axit và $\text{Al}(\text{NH}_2)_3$ có tính lưỡng tính.



Phản ứng của chất lưỡng tính với axit:



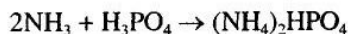
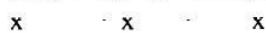
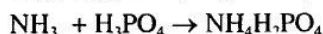
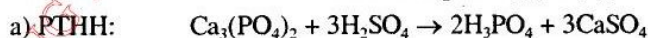
Phản ứng của chất lưỡng tính với bazơ:



11. Để sản xuất một mẻ phân bón amophot, người ta cho vào lò 2 tấn quặng apatit (chứa 85,25% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ tinh khiết), dung dịch H_2SO_4 cần thiết và một lượng khí NH_3 đã được tính toán vừa đủ là 420 m³ (ở 76,22°C, 1,2 atm). Hiệu suất phản ứng đều đạt 100%.

a. Viết phương trình phản ứng hóa học xảy ra.

b. Thiết lập công thức amophot, tính hàm lượng đạm, lân trong phân bón nói trên.

Phân tích và phương pháp giải

Công thức amophot: $x\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot y(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Số mol $\text{NH}_3 = 17,6 \cdot 10^3$ (mol);

Số mol $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 55 \cdot 10^2$ (mol) $\rightarrow$ số mol $\text{H}_3\text{PO}_4 = 11 \cdot 10^3$ (mol)

Khối lượng amphot = $m(\text{H}_3\text{PO}_4) + m(\text{NH}_3)$

$$= 98.11.10^3 + 17.14,6.10^3 = 1377,2 \text{ (kg)}.$$

b) Lập công thức amphot. Tính hàm lượng đạm, lân trong amphot:

$$x + y = 11.10^3$$

$$x + 2y = 17,6.10^3$$

$$\Rightarrow x = 4,4.10^3; y = 6,6.10^3 \Rightarrow \text{tỷ lệ } x : y = 2 : 3$$

Vậy công thức amphot là $2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4.3(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Hàm lượng đạm (%N) trong amphot = $8.14.100/626 = 17,89 \text{ (%)}$

Hàm lượng lân (% P_2O_5) = $2,5.142.100/626 = 56,7 \text{ (%)}$.

12. Hợp phần quan trọng nhất trong thuốc tẩy kính cửa sổ là NH_3 . Người ta lấy 10 gam thuốc có NH_3 , pha loãng bằng 90 gam nước, sau đó lấy 5 gam dung dịch đã pha loãng và cho phản ứng với dung dịch HCl 0,05M. Thể tích dung dịch axit HCl cần dùng là 42 ml. Hãy tính hàm lượng của NH_3 có trong thuốc tẩy kính.

Phân tích và phương pháp giải

PTHH: $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

$$n_{\text{HCl}} = 0,05 \cdot 0,042 = 0,0021 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{NH}_3} = 0,0021 \text{ mol}.$$

Vậy trong 5 gam dung dịch đã pha loãng có 0,0021 mol NH_3 . Trong 100 gam dung dịch có $n_{\text{NH}_3} = 0,042 \text{ mol}$. Trong 10 gam thuốc tẩy kính có 0,042 mol NH_3

$$\Rightarrow \text{Hàm lượng } \text{NH}_3 = \frac{0,042.17.100\%}{10} = 7,14\%.$$

13. Cho hằng số khí $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Ở áp suất tiêu chuẩn $P_0 = 1,000 \text{ bar} = 1,000.10^5 \text{ Pa}$, nhiệt độ 298K, ta có các dữ kiện nhiệt động học:

Khí	H_2	N_2	NH_3
Biến thiên entanpi hình thành $\Delta H_f^0 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	0	0	-45,9
Entropi $S^0 \text{ (J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	130,7	191,6	192,8

Liên kết	$\text{N} \equiv \text{N}$	$\text{N} = \text{N}$	$\text{N} - \text{N}$	$\text{H} - \text{H}$
Biến thiên entanpi phân li liên kết $\Delta H_b^0 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	945	466	159	436

Phân tích và phương pháp giải

1/ Tính biến thiên entanpi, biến thiên entropi, biến thiên năng lượng tự do Gibbs và hằng số cân bằng K của phản ứng tổng hợp amoniac từ nitơ và hidro điều kiện nhiệt độ và áp suất trên.

2/ Trong thực tế sản xuất, phản ứng tổng hợp amoniac được thực hiện ở nhiệt độ cao.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

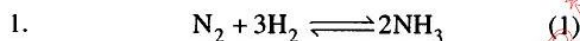
a) Chấp nhận gần đúng việc bỏ qua sự phụ thuộc nhiệt độ của ΔH và ΔS , hãy tính hằng số cân bằng K của phản ứng ở $T = 773K$.

b) Nhận xét về hướng ưu tiên của phản ứng ở 298K và 773K. Giải thích tại sao lại tiến hành tổng hợp NH_3 ở nhiệt độ cao. Để tăng hiệu suất tổng hợp amoniac trong công nghiệp, có thể đưa ra biện pháp gì? Giải thích.

3/ Tính biến thiên entanpi phân li liên kết ΔH_b^0 của một liên kết N – H trong phân tử amoniac.

4/ Tính biến thiên entanpi hình thành tiêu chuẩn ΔH_f^0 của gốc NH_2 .

Cho $\Delta H_b^0(H-NH_2) = 380 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

Phân tích và phương pháp giải

Ở 298K, $\Delta H_f^0 = -91,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$; $\Delta S_f^0 = -198,1 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$;

$$\Delta G_f^0 = \Delta H_f^0 - 298.\Delta S_f^0 = -32,8 \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)};$$

$$\Delta G_f^0 = -R.T.\ln K \rightarrow \ln K = -\Delta G_f^0 / (R.T) = 13,24 \rightarrow K = 5,62.10^5$$

2. a) Tính hằng số cân bằng K của phản ứng ở $T = 773K$;

$$\text{Ở } 773K: \Delta G_f^0(773K) = \Delta H_f^0 - T.\Delta S_f^0 = -91,8 + 773.198,1.10^{-3} = 61,3 \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$$

$$\rightarrow \ln K = -61,3.10^3 / (8,314.773)^{-1} = -9,54 \rightarrow K = e^{-9,54} = 7,2.10^{-5}$$

b) Ở 298K, hằng số cân bằng $K \gg 1$. Phản ứng (1) diễn ra ưu tiên theo chiều thuận.

Ở 773K, hằng số cân bằng $K \ll 1$. Phản ứng (1) diễn ra ưu tiên theo chiều nghịch.

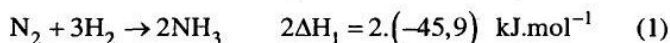
Mặc dù ở nhiệt độ cao (773K), phản ứng (1) diễn ra ưu tiên theo chiều nghịch, nhưng tốc độ phản ứng lớn, còn tốc độ phản ứng ở 298K quá nhỏ. Để tăng tốc độ phản ứng, làm hệ nhanh đạt đến cân bằng, người ta buộc phải tiến hành phản ứng ở nhiệt độ cao.

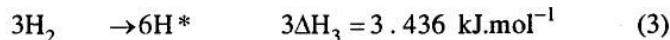
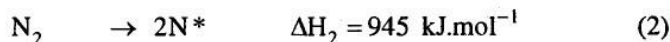
Để tăng hiệu suất tổng hợp amoniac trong công nghiệp:

– Phản ứng (1) giảm số mol khí. Để cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, tăng hiệu suất tổng hợp amoniac cần thực hiện phản ứng ở áp suất cao.

– Hiệu suất tạo thành amoniac là cực đại khi tỉ lệ của khí H_2 và khí N_2 được lấy đúng bằng tỉ lệ các hệ số của chúng ở trong phương trình phản ứng, nghĩa là $H_2 : N_2$ là 3 : 1.

3. Tính biến thiên entanpi phân li liên kết ΔH_b^0 của một liên kết N – H trong phân tử amoniac:



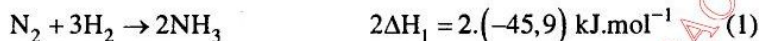


Từ (1), (2), (3), ta có: $2\text{N}^* + 6\text{H}^* \rightarrow 2\text{NH}_3 \quad 6\Delta H_{(\text{N-H})}^0$

$$6\Delta H_{(\text{N-H})}^0 = -2.45,9 - 945 - 3.436 = -2344,8 \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$$

$$\rightarrow \Delta H_{\text{b}(\text{N-H})}^0 = 390,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

4. Tính biến thiên entanpi hình thành tiêu chuẩn ΔH_f^0 của gốc NH_2^* :



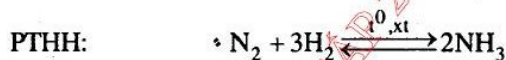
Từ (1), (3), (4) có: $\text{N}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_2^* \quad 2\Delta H_{\text{f}(\text{NH}_2^*)}^0$

$$2\Delta H_{\text{f}(\text{NH}_2^*)}^0 = -2.45,9 - 436 + 2.380 = 232,2 \text{ (kJ/mol)}$$

$$\rightarrow \Delta H_{\text{f}(\text{NH}_2^*)}^0 = 116,1 \text{ kJ/mol}$$

14. Cho a mol N_2 và a mol H_2 vào bình kín có sẵn chất xúc tác, sau khi nung nóng bình một thời gian, rồi đưa về nhiệt độ ban đầu thấy áp suất trong bình giảm 10% so với áp suất trước phản ứng. Tính hiệu suất tổng hợp NH_3 .

Phân tích và phương pháp giải



Ban đầu: a a
Phản ứng: x → 3x → 2x
Còn: (a-x) (a-3x) 2x (mol)

$$\frac{P_t}{P_s} = \frac{n_t}{n_s} \Rightarrow \frac{a+a}{a-x+a-3x+2x} = \frac{100}{100-10}$$

$$\Rightarrow \frac{2a}{2a-2x} = \frac{10}{9}$$

$$\Rightarrow 18a = 20a - 20x$$

$$\Rightarrow 2a = 20x \Rightarrow a = 10x$$

$$\text{Vậy } H\% = \frac{3x \cdot 100\%}{a} = \frac{3x \cdot 100\%}{10x} = 30\%$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

15. Một hỗn hợp X gồm N_2 và H_2 , có tỉ khối so với H_2 bằng 6,2 được dẫn vào một bình kín có xúc tác thích hợp. Khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng thu được hỗn hợp khí Y, có tỉ khối so với H_2 là 6,74. Tính hiệu suất tổng hợp NH_3 .

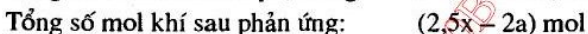
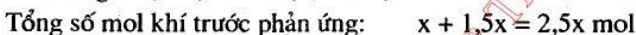
Phân tích và phương pháp giải

Gọi x, y lần lượt là số mol N_2 và H_2 trong hỗn hợp X.

Theo bài ra, ta có: $\frac{28x + 2y}{x + y} = 6,2$

$$\Rightarrow 28x + 2y = 12,4x + 12,4y \Rightarrow 15,6x = 10,4y$$

$$\Rightarrow 3x = 2y \Rightarrow y = 1,5x$$



Ta có: $\frac{n_t}{n_s} = \frac{d_s}{d_t} \Rightarrow \frac{2,5x}{2,5x - 2a} = \frac{6,74}{6,2}$

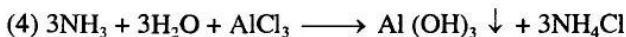
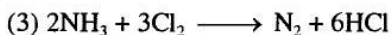
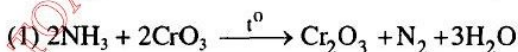
$$\Rightarrow 15,5x = 16,85x - 13,48a \Rightarrow 1,35x = 13,48a \Rightarrow \frac{a}{x} = \frac{1,35}{13,48} = 0,1$$

Vậy hiệu suất tổng hợp NH_3 : $H\% = \frac{3a \cdot 100\%}{1,5x} = 20,1 \cdot 100\% = 20\%$

16. Cho luồng khí NH_3 dư lần lượt qua các bình chứa các chất sau: bình (1) chứa CrO_3 nung nóng; bình (2) chứa $AgCl$ và H_2O ; bình (3) chứa khí Cl_2 ; bình (4) chứa $Fe(OH)_2$; bình (5) chứa dung dịch $AlCl_3$. Viết PTHH các phản ứng xảy ra (nếu có).

Phân tích và phương pháp giải

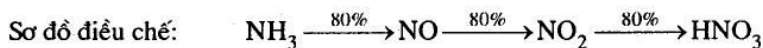
PTPƯ xảy ra:



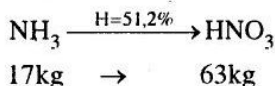
17. Trong công nghiệp, để điều chế 100 kg dung dịch HNO_3 63% cần dùng bao nhiêu $m^3 NH_3$ (ở đktc) nếu hiệu suất mỗi giai đoạn là 80%?

Phân tích và phương pháp giải

Khối lượng HNO_3 nguyên chất: $m_{\text{HNO}_3} = \frac{100.63}{100} = 63 \text{ (kg)}$



$\Rightarrow$ Hiệu suất cả quá trình điều chế: $H = 0,8.0,8.0,8.100\% = 51,2\%$



Vì $H = 51,2\%$ nên khối lượng NH_3 thực tế là:

$$m_{\text{NH}_3(\text{tt})} = \frac{17.100}{51,2} = 33,20 \text{ (kg)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NH}_3} = 33,20 / 17 = 1,95 \text{ (k mol)} = 1950 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V_{\text{NH}_3} = 1950.22,4 = 43,75 \text{ (l)}$$

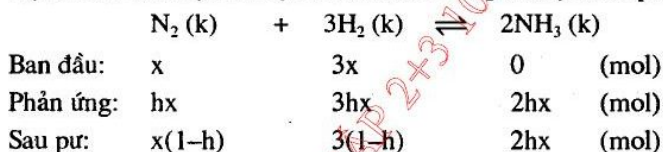
18. Xét phản ứng tổng hợp amoniac: $\text{N}_2 \text{ (k)} + 3\text{H}_2 \text{ (k)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \text{ (k)}$.

Ở 450°C hằng số cân bằng của phản ứng này là $K_p = 1,5.10^{-5}$.

Tính hiệu suất phản ứng tổng hợp NH_3 ở nhiệt độ trên, nếu ban đầu trộn N_2 và H_2 theo tỉ lệ 1:3 về thể tích và áp suất lúc cân bằng của hệ là 500 atm.

Phân tích và phương pháp giải

Gọi x và h lần lượt là số mol ban đầu của N_2 và hiệu suất phản ứng



$$\Rightarrow \sum n = x(4-2h)$$

$$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} \cdot P_{\text{H}_2}^3} = \frac{\left(\frac{2xh}{x(4-2h)} P \right)^2}{\left(\frac{x(1-h)}{x(4-2h)} P \right) \left(\frac{3x(1-h)}{x(4-2h)} P \right)^3}$$

$$\Rightarrow \frac{2h(4-2h)}{5,2(1-h)^2} = P\sqrt{K} \Rightarrow 14,1h^2 - 28,2h + 10,1 = 0 \text{ với } h \leq 1$$

$$\Rightarrow h = 0,467.$$

Vậy hiệu suất phản ứng bằng 46,7%.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

19. Cho cân bằng: $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$

Khi tăng nhiệt độ thì tỉ khối của hỗn hợp khí thu được so với H_2 giảm. Phản ứng thuận thu nhiệt hay toả nhiệt? Cân bằng chuyển dịch theo chiều nào khi tăng nhiệt độ?

Phân tích và phương pháp giải

Khi tăng nhiệt độ thì tỉ khối của hỗn hợp khí giảm $\Rightarrow$ tổng số mol khí tăng lên (vì khối lượng hỗn hợp không thay đổi) $\Rightarrow$ Cân bằng trên chuyển dịch theo chiều nghịch. Vậy phản ứng nghịch thu nhiệt ($\Rightarrow$ phản ứng thuận toả nhiệt), cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch khi tăng nhiệt độ.

20. Một bình phản ứng có dung tích không đổi, chứa hỗn hợp khí N_2 và H_2 với nồng độ tương ứng là 0,3M và 0,7M. Sau khi phản ứng tổng hợp NH_3 đạt trạng thái cân bằng ở $t^\circ C$, H_2 chiếm 50% thể tích hỗn hợp thu được. Tính hằng số cân bằng K_c ở $t^\circ C$ của phản ứng.

Phân tích và phương pháp giải

Phương trình tổng hợp NH_3 :

	$N_2(k)$	+	$3H_2(k)$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3(k)$
Ban đầu:	0,3M		0,7M		0
Phản ứng:	x		3x		2x
Cân bằng:	(0,3 - x)		(0,7 - 3x)		2x

Theo bài ra: $V_{H_2} \text{ (sau p/v)} = 50\% V_{hh}$

$$\Rightarrow n_{H_2} = 50\% n_{hh}$$

$$\Rightarrow 0,7 - 3x = \frac{1}{2} \cdot (0,3 - x + 0,7 - 3x + 2x)$$

$$\Rightarrow 0,7 - 3x = \frac{1}{2} \cdot (1 - 2x)$$

$$\Rightarrow 1,4 - 6x = 1 - 2x$$

$$\Rightarrow 4x = 0,4 \Rightarrow x = 0,1$$

Vậy ở trạng thái cân bằng có:

$$[N_2] = 0,3 - x = 0,3 - 0,1 = 0,2M$$

$$[H_2] = 0,7 - 3x = 0,7 - 0,3 = 0,4M$$

$$[NH_3] = 2x = 2 \cdot 0,1 = 0,2M$$

$$\text{Suy ra: } K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{(0,2)^2}{0,2 \cdot (0,4)^3} = 3,125.$$

Chuyên đề 8. BÀI TẬP VỀ NO_2 ; N_2O_4

A. LÝ THUYẾT

	N_2O_4 (k)	$\rightleftharpoons$	2NO_2 (k)	Tổng số mol khí	$P_{\text{hệ}}$
Ban đầu	n			n	P_0
Biến đổi	$n\alpha$		$2n\alpha$		
Cân bằng	$n(1-\alpha)$		$2n\alpha$	$n(1+\alpha)$	P_{cb}

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{n(1-\alpha)}{n(1+\alpha)} \cdot P_{\text{cb}}; P_{\text{NO}_2} = \frac{2n\alpha}{n(1+\alpha)} \cdot P_{\text{cb}}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot P_{\text{cb}}$$

B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Một oxit X của nitơ có 69,57% oxi về khối lượng, ở $54,6^\circ\text{C}$ và 2,4 atm thì 1,232 lít X có khối lượng 5,06 gam.

- Tìm công thức phân tử của X
- Công thức cấu tạo của X
- Hãy viết 5 loại phản ứng tạo ra X.
- Hãy viết PTHH của phản ứng thể hiện tính axit và tính oxi hóa – khử của X.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{a) } n_{\text{N}_x\text{O}_y} = \frac{2,4 \cdot 1,232}{0,082(273 + 54,6)} = 0,11 \text{ (mol)}$$

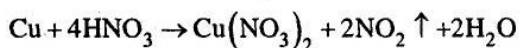
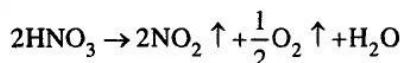
$$M_{\text{N}_x\text{O}_y} = \frac{5,06}{0,11} = 46 \text{ g/mol}$$

$$\begin{cases} 14x + 16y = 46 \\ \frac{16y}{46} \cdot 100 = 69,57 \Rightarrow y = 2, x = 1 \Rightarrow \text{NO}_2 \end{cases}$$

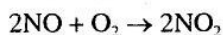
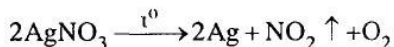
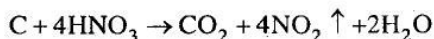
b) Công thức electron:



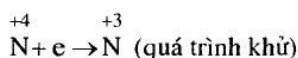
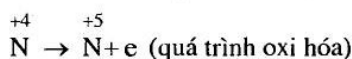
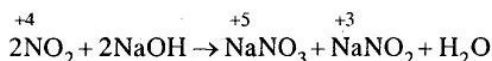
c) Các PTHH tạo ra NO_2 :



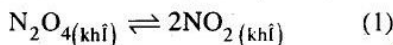
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



- d) NO_2 oxit axit hỗn hợp nên khi tan vào nước tạo hỗn hợp hai axit HNO_3 và HNO_2 .
 Khi phản ứng với kiềm cho hỗn hợp hai muối, đồng thời cũng thể hiện tính oxi hóa – khử:



2. Khí N_2O_4 kém bền, bị phân ly một phần theo phương trình:



Thực nghiệm cho biết các số liệu sau khi (1) đạt tới trạng thái cân bằng ở áp suất chung 1 atm:

Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	35	45
$\overline{M}_h$ (g)	72,450	66,800

($\overline{M}_h$ là khối lượng mol trung bình của hỗn hợp khí ở trạng thái cân bằng)

- Tính độ phân ly α của N_2O_4 ở các nhiệt độ đã cho.
- Tính hằng số cân bằng K_p của (1) ở mỗi nhiệt độ trên.
- Cho biết (1) là phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Giải thích?

(Khi tính lấy tới chữ số thứ 3 sau dấu phẩy).

Phân tích và hướng dẫn giải

- a) Đặt a là số mol N_2O_4 có ban đầu,

α là độ phân li của N_2O_4 ở $t^{\circ}C$



Số mol ban đầu: a 0

Số mol chuyển hóa: $a\alpha$ $2a\alpha$

Số mol lúc cân bằng: $a(1-\alpha)$ $2a\alpha$

Tổng số mol khí tại thời điểm cân bằng là $a(1+\alpha)$

$$\text{Khối lượng mol trung bình của hỗn hợp khí: } \overline{M}_h = \frac{92a}{a(1+\alpha)} = \frac{92}{1+\alpha}$$

$$\text{Ở } 35^{\circ}C \text{ thì } \overline{M}_h = 72,45 \rightarrow \frac{92}{1+\alpha} = 72,45 \rightarrow \alpha = 0,270 \text{ hay } 27\%.$$

– Ở 45°C thì $\overline{M}_h = 66,8 \Rightarrow \alpha = 0,337$ hay $37,7\%$.

$$\text{b) Ta có } K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{2a\alpha}{V}\right)^2}{\frac{a(1-\alpha)}{V}} = \frac{4a\alpha^2}{(1-\alpha)V}$$

V là thể tích (lít) bình chứa khí.

$$\text{Và } PV = n_s RT \rightarrow RT = \frac{PV}{n_s} = \frac{PV}{a(1+\alpha)}$$

Thay RT, K_c vào biểu thức $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$ ở đây

$$\Delta n = 1 \rightarrow K_p = \frac{4a\alpha^2}{(1-\alpha)V} \cdot \frac{PV}{a(1+\alpha)} = \frac{P \cdot 4\alpha^2}{1-\alpha^2}$$

Ở 35°C thì $\alpha = 0,27 \rightarrow K_p = 0,315$

Ở 45°C thì $\alpha = 0,377 \rightarrow K_p = 0,663$

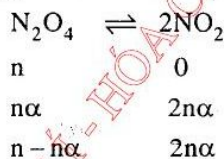
- c) Vì khi tăng nhiệt độ từ $35^{\circ}\text{C} \rightarrow 45^{\circ}\text{C}$ thì độ phân li α của N_2O_4 tăng (hay K_p tăng) $\rightarrow$ Chứng tỏ khi nhiệt độ tăng thì cân bằng chuyển sang chiều thuận (phản ứng tạo NO_2) do đó theo nguyên lí cân bằng Lơ Sateliê (Le Chatelier) thì phản ứng thuận thu nhiệt.

3. N_2O_4 phân li 20,0% thành NO_2 ở 27°C và 1,00 atm. Hãy xác định:

- (a) giá trị K_p ;
(b) độ phân li của N_2O_4 tại 27°C và 0,10 atm;
(c) độ phân li của 69g N_2O_4 trong bình 20 lít ở 27°C .

Phân tích và hướng dẫn giải

Xét phản ứng phân li:



$$\text{Phần mol: } \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \quad \frac{2\alpha}{1+\alpha}, \quad K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{x_{\text{NO}_2}^2}{x_{\text{N}_2\text{O}_4}} \cdot P = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot P$$

$$\text{(a) } K_p = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot P = \frac{4 \cdot (0,2)^2}{1 - (0,2)^2} \cdot 1 = 0,17$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cử Thanh Toàn

$$(b) \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot 0,10 = 0,17 \Rightarrow \alpha = 0,546 \quad (54,6\%)$$

$$(c) n = \frac{69}{92} = 0,75 \text{ (mol)}$$

$$P_{N_2O_4} = \frac{0,75 \cdot (1-\alpha) \cdot 0,082 \cdot 300}{20} = 0,9225(1-\alpha)$$

$$P_{NO_2} = \frac{2 \cdot 0,75 \cdot \alpha \cdot 0,082 \cdot 300}{20} = 1,845\alpha$$

$$K_p = \frac{(1,845\alpha)^2}{0,9225(1-\alpha)} = 0,17 \Rightarrow \alpha = 0,1927 \quad (19,27\%)$$

4. 1/ Ở 27°C, 1 atm, 20% N₂O₄ chuyển thành NO₂. Hỏi ở 27°C, 0,1 atm, có bao nhiêu % N₂O₄ chuyển thành NO₂? Nhận xét?

2/ Tính α khi cho 69 gam N₂O₄ vào 1 bình 20 lít ở 27°C.

3/ Tính α khi cho 69 gam N₂O₄ và 30 gam Ar vào 1 bình 20 lít ở 27°C.

4/ Tính α khi cho 69 gam N₂O₄ và 30 gam Ar vào 1 bình 40 lít ở 27°C. Cho nhận xét và giải thích.

5/ Người ta đo tỉ khối đối với không khí của một hỗn hợp khí N₂O₄, NO₂ ở áp suất 1 atm và tại các nhiệt độ khác nhau. Kết quả thu được là:

t (°C)	45	60	80	100	140	180
d	2,34	2,08	1,80	1,68	1,59	1,59

Tính α ở các nhiệt độ trên. Cho biết chiều thuận là chiều thu nhiệt hay toả nhiệt?

Phân tích và hướng dẫn giải

1/	N ₂ O ₄ (k)	$\rightleftharpoons$	2NO ₂ (k)	Tổng số mol khí	P _{hệ}
Ban đầu	n			n	P ₀
Biến đổi	n α		2n α		
Cân bằng	n(1- α)		2n α	n(1 + α)	P _{cb}

$$P_{N_2O_4} = \frac{n(1-\alpha)}{n(1+\alpha)} \cdot P_{cb}, P_{NO_2} = \frac{2n\alpha}{n(1+\alpha)} \cdot P_{cb}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot P_{cb}$$

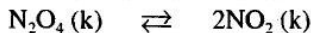
– Khi P_{cb} = 1 atm, $\alpha = 0,2 \Rightarrow K_p = 0,167$

– Khi P_{cb} = 0,1 atm $\Rightarrow \alpha = 0,543 = 54,3\%$

* Nhận xét: Khi P_{cb} của hệ giảm, α tăng tức là cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, phù hợp với nguyên lý Lechatelier.

$$2/ C_{N_2O_4} = \frac{n}{V} = \frac{0,75}{20} = 0,0375 (M)$$

$$P_0 = CRT = 0,0375 \times 0,082 \times 300 = 0,9225 \text{ (atm)}$$



Ban đầu P_0

Biến đổi $P_0\alpha$ $2P_0\alpha$

Cân bằng $P_0(1 - \alpha)$ $2P_0\alpha$

$$\Rightarrow K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{4\alpha^2}{1 - \alpha^2} \times P_0 \Rightarrow \alpha = 0,191 = 19,1\%$$

3/ Mặc dù thêm 1 lượng khí Ar làm áp suất tổng quát tăng gấp đôi tuy nhiên do thể tích bình không đổi nên $C_{N_2O_4}$ không đổi $\Rightarrow P_0(N_2O_4)$ không đổi, mà K_p cũng không đổi (vì nhiệt độ không đổi) $\Rightarrow \alpha = 0,191 = 19,1\%$

4/ Tính tương tự câu 2, ta được $\alpha = 0,259 = 25,9\%$.

* Nhận xét: α tăng, cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận. Vì: áp suất tổng quát của hệ không đổi nhưng áp suất cân bằng gây ra bởi N_2O_4 , NO_2 lại giảm $\Rightarrow$ cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận.

$$5/ d_{hh/kk} = \frac{\bar{M}_{hh}}{29} \Rightarrow \bar{M}_{hh} = 29d = \frac{n \times M_{N_2O_4}}{n(1 + \alpha)} \text{ (áp dụng định luật bảo toàn khối lượng).}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{M_{N_2O_4}}{29d} - 1$$

t^0	45	60	80	100	140	180
d	2,34	2,08	1,8	1,68	1,59	1,59
α	0,356	0,525	0,762	0,888	0,995	0,995

* Nhận xét: Nhiệt độ tăng, α giảm $\Rightarrow$ cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận. Theo nguyên lý Lechatelier, chiều thuận là chiều thu nhiệt.

5. Ở nhiệt độ xác định và dưới áp suất 1 atm, độ phân li của N_2O_4 thành NO_2 bằng 11%.

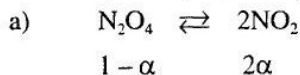
a) Tính hằng số cân bằng K_p của phản ứng này.

b) Độ phân li sẽ thay đổi như thế nào khi áp suất giảm từ 1 atm xuống tới 0,8 atm.

c) Để cho độ phân li giảm xuống tới 8% thì phải nén hỗn hợp khí tới áp suất nào? Kết quả nhận được có phù hợp với nguyên lý chuyển dịch cân bằng Le Chatelier không? Vì sao?

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải



Có: $2\alpha + 1 - \alpha = 1 + \alpha$

$$P_{\text{NO}_2} = P_{x\text{NO}_2} = P[2 : (1 + \alpha)]$$

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = P_{x\text{N}_2\text{O}_4} = P[(1 - \alpha) : (1 + \alpha)]$$

$$K_p = 4\alpha^2 : (1 - \alpha)$$

Với $\alpha = 11\% \Rightarrow K_p = 0,049$.

b) $0,049 = 4\alpha^2 P : (1 - \alpha^2)$

Với $P = 0,8 \Rightarrow \alpha = (0,0612 : 4,0612)^{1/2} = 0,123$

Vậy khi P giảm từ 1 $\rightarrow$ 0,8 atm, độ phân li tăng từ 11% lên 12,3%.

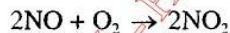
c) Với $\alpha = 0,08$ thì $0,049 = (4 \cdot 0,08^2 : 1 - 0,08^2) P \Rightarrow P = 1,9$ atm.

Khi P tăng từ 1 lên 1,9 atm. Cân bằng chuyển dịch sang trái, điều này phù hợp với nguyên lí Le Chatelier. Vì khi tăng P , cân bằng chuyển dịch sang phía làm giảm số mol khí.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

6. Trộn 50 ml hỗn hợp khí A gồm N_2 , NO với 25 ml không khí thu được 70 ml hỗn hợp B. Trộn tiếp B với 145 ml không khí nữa thì được 200 ml hỗn hợp C. Tính % thể tích A, B, C ? Biết không khí chứa 20% O_2 và 80% N_2 theo thể tích.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$V_A + K_{KK} = 50 + 25 = 75$$

$$V_B = 70$$

$$\Rightarrow \Delta V = 75 - 70 = 5 = V_{\text{O}_2} \text{ (pư) } (\text{O}_2 \text{ hết})$$

$$V_B + V_{KK} = 70 + 145 = 215 \text{ mà } V_C = 200 \Rightarrow \Delta V = 15 \Rightarrow \text{O}_2 \text{ dư, NO hết.}$$

Vậy trong A có: $V_{\text{NO}} = 2V_{\text{O}_2}$ phản ứng = $2 \cdot (5 + 15) = 40 \Rightarrow \% \text{NO} = 80\%$.

$$V_{\text{N}_2} = 10\text{ml} \Rightarrow \% \text{N}_2 = 20\%.$$

Trong B có: $V_{\text{NO}_2} = 10\text{ml} \rightarrow \% \text{NO}_2 = 14,28\%$

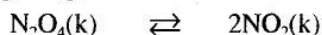
$$V_{\text{NO}} = 30\text{ml} \rightarrow \% \text{NO} = 42,86\%$$

$$V_{\text{N}_2} = 30\text{ml} \rightarrow \% \text{N}_2 = 42,86\%$$

Trong C có: $V_{\text{NO}_2} = 40\text{ml} \rightarrow \% \text{NO}_2 = 20\%$

$$V_{\text{N}_2} = 146\text{ml} \rightarrow \% \text{N}_2 = 73\% \text{ và } \% \text{O}_2 = 7\%.$$

7. Cho hỗn hợp cân bằng trong bình kín:



Thực nghiệm cho biết: Khi đạt tới trạng thái cân bằng ở áp suất chung 1 atm.

– Ở 35°C hỗn hợp có khối lượng mol trung bình $\bar{M}_{\text{hh}} = 72,45 \text{ g/mol}$

– Ở 45°C hỗn hợp có khối lượng mol trung bình $\bar{M}_{\text{hh}} = 66,8 \text{ g/mol}$

1/ Hãy xác định độ phân li α của N_2O_4 ở mỗi nhiệt độ trên.

2/ Tính hằng số cân bằng K_p của (1) ở mỗi nhiệt độ (lấy tới chữ số thứ ba sau dấu phẩy). Trị số này có đơn vị không? Giải thích?

3/ Hãy cho biết phản ứng theo chiều nghịch của phản ứng (1) là thu nhiệt hay tỏa nhiệt? Giải thích?

Phân tích và hướng dẫn giải

1/ Gọi a là số mol của N_2O_4 có trong 1 mol hỗn hợp $\rightarrow (1-a)$ là số mol của NO_2 .

+) Ở 35°C có $\bar{M}_{\text{hh}} = 92a + 46 \cdot (1-a) = 72,45$

$$\rightarrow a = 0,575 \rightarrow n_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,575 \text{ và } n_{\text{NO}_2} = 0,425$$



n (ban đầu)

x

n (phản ứng)

0,2125

0,425

n (cân bằng)

x - 0,2125

0,425

$$\rightarrow x - 0,2125 = 0,575 \rightarrow x = 0,7875 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow \alpha = 0,2125 / 0,7875 = 26,98\%$$

+) Ở 45°C có $\bar{M}_{\text{hh}} = 92a + 46 \cdot (1-a) = 66,8$



n(ban đầu)

y

b(phản ứng)

0,27395

0,5479

n(cân bằng)

y - 0,27395

0,5479

$$\rightarrow y - 0,27395 = 0,4521 \rightarrow y = 0,72605$$

$$\rightarrow \alpha = 0,27395 / 0,72605 = 37,73\%$$

$$2/ + \text{ Ở } 35^\circ\text{C}: P_{\text{NO}_2} = \frac{0,425}{1} \cdot 1 = 0,425; P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{0,575}{1} \cdot 1 = 0,575$$

$$\text{Vậy: } K_p = \frac{(0,425)^2}{0,575} = 0,314 \text{ (mol)}$$

$$+ \text{ Ở } 45^\circ\text{C}: P_{\text{NO}_2} = \frac{0,5479}{1} \cdot 1 = 0,5479; P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{0,4521}{1} = 0,4521$$

$$\text{Vậy: } K_p = \frac{(0,5479)^2}{0,4521} = 0,664 \text{ (mol)}.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

3/ Độ điện li tăng, K_p tăng nghĩa là phản ứng diễn ra theo chiều thuận. Khi tăng nhiệt độ phản ứng diễn ra theo chiều thuận, vậy chiều thuận là chiều thu nhiệt, chiều nghịch là chiều toả nhiệt.

8. Cho cân bằng: $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

Lấy 18,4 gam N_2O_4 vào bình chân không có dung tích 5,9 lít ở $27^\circ C$. Khi đạt tới cân bằng, áp suất 1 atm. Cũng với khối lượng đó của N_2O_4 nhưng ở nhiệt độ $110^\circ C$ thì ở trạng thái cân bằng, nếu áp suất vẫn là 1 atm thì thể tích hỗn hợp khí đạt 12,14 lít.

a) Tính thành phần % N_2O_4 bị phân li ở $27^\circ C$ và $110^\circ C$.

b) Tính hằng số cân bằng ở hai nhiệt độ trên, từ đó rút ra kết luận phản ứng tỏa nhiệt hay thu nhiệt.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Số mol N_2O_4 ban đầu: $18,4/92 = 0,2$ (mol)

	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
Ban đầu (mol):	0,2		0
Phản ứng:	x		2x
Còn:	$0,2-x$		2x

*) Ở $t^0 = 27^\circ C$ thì: $(0,2 + x_1) = 5,9 \cdot 273/22,4(273 + 27) = 0,23969$

$$\Rightarrow x_1 = 0,03969$$

$$\Rightarrow \% N_2O_4 \text{ bị phân hủy: } [0,03969/0,2] \cdot 100\% = 19,845\%$$

*) Ở $t^0 = 110^\circ C$ thì: $(0,2 + x_2) = 12,14 \cdot 273 / 22,4(273 + 110) = 0,3863$

$$\Rightarrow x_2 = 0,1863$$

$$\Rightarrow \% N_2O_4 \text{ bị phân hủy: } [0,1863/0,2] \cdot 100\% = 93,15\%$$

b) Biểu thức tính hằng số cân bằng:

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(2x/V)^2}{(0,2-x)/V} = 4x^2/V(0,2-x)$$

$$* \text{ Ở } t^0 = 27^\circ C: V_1 = 5,9\text{ l; } x_1 = 0,03969 \text{ mol} \Rightarrow K_1 = 6,66 \cdot 10^{-3}$$

$$* \text{ Ở } t^0 = 110^\circ C: V_2 = 12,14\text{ l; } x_2 = 0,1863 \text{ mol} \Rightarrow K_2 = 0,8347$$

Nhận xét: Ta thấy khi tăng nhiệt độ số mol N_2O_4 phân hủy tăng và hằng số cân bằng cũng tăng $\Rightarrow$ Phản ứng thu nhiệt.

9. Cho các dữ kiện:

	N_2O_4 (k)	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$ (k)
ΔH^0_{ht} (kJ/mol)	9,665		33,849
ΔS^0_{298} (kJ/mol)	304,3		240,4

Giả thiết rằng biến thiên entanpi và entropi phản ứng không thay đổi theo nhiệt độ. Phản ứng sẽ tự xảy ra theo chiều nào tại nhiệt độ: (a) $0^\circ C$ và (b) $100^\circ C$.

Phân tích và hướng dẫn giải

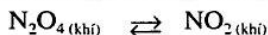
$$\Delta H_{pu}^0 = 2.33,849 - 9,665 = 58,033 \text{ kJ}$$

$$\Delta S^0 = 2.240,4 - 304,3 = 176,5 \text{ J}$$

$\Delta G_{273}^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 = 58033 - 273.175,6 = 9848,5 \text{ J} > 0$ nên phản ứng xảy ra theo chiều nghịch.

$\Delta G_{373}^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0 = 58033 - 373.175,6 = -7801,5 \text{ J} < 0$ nên phản ứng xảy ra theo chiều thuận.

10. Ở 27°C, 1 atm N_2O_4 phân hủy theo phản ứng:



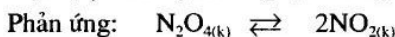
với tốc độ phân hủy là 20%.

a. Tính hằng số cân bằng K_p .

b. Tính độ phân hủy một mẫu $N_2O_{4(k)}$ có khối lượng 69 gam, chứa trong một bình có thể tích 20 (lít) ở 27°C.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi độ phân hủy của N_2O_4 ở 27°C, 1 atm là α , số mol của N_2O_4 ban đầu là n .



Ban đầu: n 0

Phân ly: $n\alpha$ $2n\alpha$

Cân bằng: $n(1-\alpha)$ $2n\alpha$

Tổng số mol hỗn hợp lúc cân bằng: $n' = n(1+\alpha)$

Nếu áp suất riêng phần của các khí trong hỗn hợp lúc cân bằng:

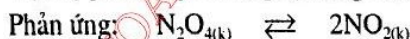
$$P_{N_2O_4} = \left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \right) P; P_{NO_2} = \left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} \right) P$$

$$a. \quad K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{\left[\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha} \right) P \right]^2}{\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \right) P} = \left[\frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2} \right] P$$

với $P = 1 \text{ atm}$, $\alpha = 20\%$ hay $\alpha = 0,2 \Rightarrow K_p = 1/6 \text{ atm}$

b. Số mol $N_2O_4 = 69/92 = 0,75$

Gọi độ phân hủy của N_2O_4 trong điều kiện mới là α'



Ban đầu: 0,75 0

Phân ly: $0,75\alpha'$ $1,5\alpha'$

Cân bằng: $0,75(1-\alpha')$ $1,5\alpha'$

Tổng số mol hỗn hợp lúc cân bằng: $n' = 0,75(1+\alpha')$

Áp suất hỗn hợp khí lúc cân bằng:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

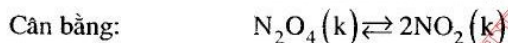
$$P' = \frac{(n' \cdot R \cdot T)}{V \cdot} = \frac{0,75(1 + \alpha') \cdot 0,082 \cdot 300}{20} = 0,9225(1 + \alpha')$$

Vì $K_p = \text{const}$ nên ta có: $K_p = \left(\frac{4\alpha'^2}{1 - \alpha'^2} \right) P' = \frac{1}{6}$

Nên: $\left(\frac{4\alpha'^2}{1 - \alpha'^2} \right) \cdot 0,9225(1 + \alpha') = \frac{1}{6} \Rightarrow \alpha' = 0,19$.

11. Xét cân bằng: $N_2O_4(k) \rightleftharpoons 2NO_2(k)$ ở $25^\circ C$. Khi chuyển dịch sang một trạng thái cân bằng mới nếu nồng độ của N_2O_4 tăng lên 9 lần thì nồng độ của NO_2 tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Phân tích và hướng dẫn giải



Ở $25^\circ C$: $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

Gọi k là số lần tăng lên (hoặc giảm xuống) của nồng độ NO_2 ở cân bằng mới so với cân bằng ban đầu. Ta có:

$$K_C = \frac{(k \cdot [NO_2])^2}{9 \cdot [N_2O_4]}$$

Vì $T = \text{const}$ (chỉ xét ở $25^\circ C$) nên K_C không thay đổi:

$$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(k \cdot [NO_2])^2}{9 \cdot [N_2O_4]} = \frac{k^2}{9} \cdot \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$\Rightarrow k^2 / 9 = 1 \Rightarrow k^2 = 9 \Rightarrow k = 3.$$

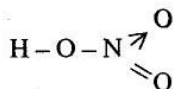
Vậy nồng độ của NO_2 tăng 3 lần.

Chuyên đề 9. BÀI TẬP VỀ AXIT HNO₃

A. LÝ THUYẾT

1. Cấu tạo phân tử.

HNO₃ là oxiaxit HONO₂:



Trong hợp chất HNO₃, nguyên tố nitơ có số oxi hoá cao nhất là +5, có cộng hoá trị bằng 4.

2. Tính chất vật lí

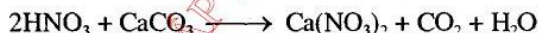
– Là chất lỏng, không màu, tan trong nước theo bất kì tỉ lệ nào (thường thấy loại đặc nhất có nồng độ 68%), bốc khói trong không khí ẩm (do HNO₃ bay hơi kết hợp với hơi nước tạo thành các hạt sa mù giống như khói).

– Axit nitric để lâu thường có màu vàng là do HNO₃ kém bền, ngay ở điều kiện thường khi có ánh sáng bị phân huỷ: $4\text{HNO}_3 \longrightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Khí NO₂ (màu nâu đỏ) tan trong dung dịch axit, làm cho dung dịch axit có màu vàng.

3. Tính chất hoá học

a. Axit nitric HNO₃ có đầy đủ những tính chất của axit mạnh:



b. Axit nitric là một trong những axit có tính oxi hoá mạnh.

* Tùy thuộc vào nồng độ của axit, bản chất của chất khử và nhiệt độ mà N⁺⁵ trong HNO₃ có thể bị khử đến một số sản phẩm mà nitơ có số oxi hoá thấp hơn như $\overset{+4}{\text{NO}_2}$, $\overset{+2}{\text{NO}}$, $\overset{+1}{\text{N}_2\text{O}}$, $\overset{0}{\text{N}_2}$, $\overset{-3}{\text{NH}_3}$ (NH₄NO₃), ...

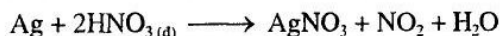
* Tác dụng với kim loại:

+ Trong dung dịch HNO₃, ion NO₃⁻ có khả năng oxi hoá mạnh hơn ion H⁺, nên HNO₃ oxi hoá được hầu hết các kim loại (trừ Au, Pt).

+ Phản ứng giữa kim loại và axit nitric không bao giờ giải phóng H₂.

+ Tùy thuộc vào nồng độ axit, tính khử của kim loại mà có thể tạo ra các sản phẩm khử là NO₂, NO, N₂O, N₂ hoặc NH₄NO₃.

Kim loại yếu (Cu, Ag) + HNO₃ đặc $\longrightarrow$ sản phẩm khử NO₂ (màu nâu):

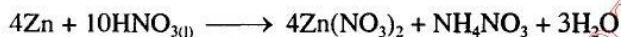


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

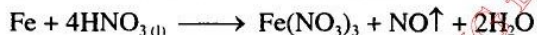
Kim loại yếu (Cu, Ag) + HNO_3 loãng $\longrightarrow$ sản phẩm khử NO:



Kim loại mạnh + HNO_3 loãng $\longrightarrow$ sản phẩm khử N_2O , N_2 , NH_4NO_3 :

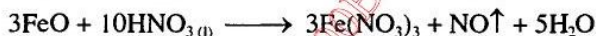
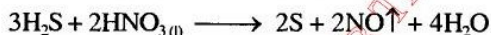
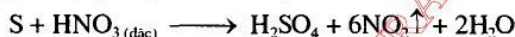


+ Kim loại có nhiều hoá trị (Fe, Cr, ...) tác dụng với axit HNO_3 tạo ra muối nitrat, trong đó kim loại có số oxi hoá cao nhất thường gặp:



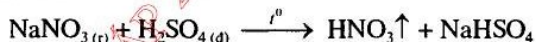
+ Các kim loại như **Al, Cr, Fe bị thụ động hoá** trong axit HNO_3 đặc, nguội vì tạo nên trên bề mặt các kim loại này một lớp màng oxit bền, bảo vệ cho kim loại không tác dụng với axit HNO_3 và những axit khác mà trước đó chúng tác dụng dễ dàng.

* Axit HNO_3 tác dụng được với nhiều phi kim và hợp chất:



4. Điều chế

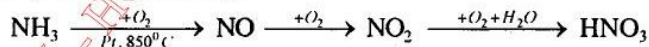
a. Trong phòng thí nghiệm.



Phương pháp này chỉ được dùng để điều chế một lượng nhỏ axit HNO_3 bốc khói.

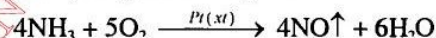
b. Trong công nghiệp.

Axit HNO_3 được sản xuất từ NH_3 :



Quá trình sản xuất gồm 3 giai đoạn:

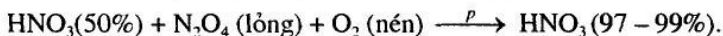
– Oxi hoá khí NH_3 bằng oxi không khí:



– Oxi hoá NO thành NO_2 :



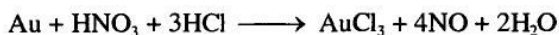
– Chuyển hoá NO_2 thành HNO_3 :



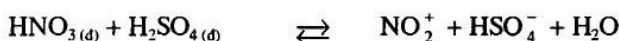
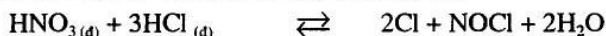
5. Một số chú ý

– Trong thực tế nồng độ của HNO_3 thay đổi trong quá trình xảy ra phản ứng nên khi cho một kim loại tác dụng với axit HNO_3 đặc có thể tạo ra nhiều sản phẩm khử khác nhau.

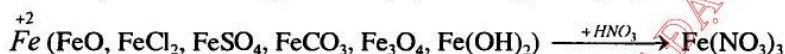
– Nước cường thủy (còn gọi là nước cường toan) là dung dịch chứa hỗn hợp HNO_3 và HCl theo tỉ lệ 1 : 3 về số mol. Nước cường thủy hoà tan được Au, Pt (không hoà tan được kim loại Ag vì tạo ra kết tủa AgCl cản trở phản ứng):



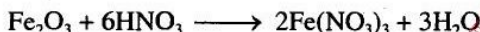
– Khi hoà tan HNO_3 đặc vào axit HCl đặc, H_2SO_4 đặc:



– Axit HNO_3 oxi hoá các hợp chất sắt (II) thành hợp chất (Fe(NO₃)₃):



Còn các hợp chất sắt (III) như oxit (Fe_2O_3), hidroxit ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) tác dụng với axit HNO_3 theo kiểu axit – bazơ:



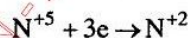
B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Cho 24,6 gam hỗn hợp gồm Cu và Al phản ứng hết với dung dịch HNO_3 loãng (dư) thu được 8,96 lít khí không màu hóa nâu ngoài không khí (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc) và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được m gam muối khan. Tính giá trị của m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Sản phẩm khử là NO, $n_{\text{NO}} = 0,4$ mol.

Đặt số mol Al, Cu lần lượt bằng x, y.



$$\Rightarrow \begin{cases} 2x + 3y = 1,2 \\ 64x + 27y = 24,6 \end{cases}$$

Giải ra được: $x = 0,3$; $y = 0,2$

Vậy $m = 0,3 \cdot 188 + 0,2 \cdot 213 = 99$ (gam).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

2. Cho 19,52 gam hỗn hợp bột A gồm Fe và Cu vào dung dịch HNO_3 , khuấy đều đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 4,48 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đktc), 400 ml dung dịch B và còn lại 1,92 gam một kim loại. Xác định nồng độ mol/l của các chất tan trong dung dịch B.

Phân tích và hướng dẫn giải

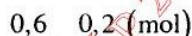
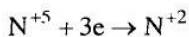
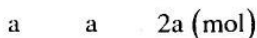
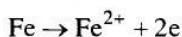
Vì tính khử của $\text{Cu} < \text{Fe} \Rightarrow$ Kim loại dư là Cu. Cu dư nên HNO_3 hết, muối sau phản ứng là $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

$$n_{\text{NO}} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ (mol)}$$

Gọi a, b lần lượt là số mol Fe và Cu đã phản ứng.

$$\Rightarrow 56a + 64b = 19,52 - 1,92 = 17,6 \quad (1)$$

Các quá trình oxi hóa – khử:



Theo phương pháp bảo toàn electron ta có: $2a + 2b = 0,6 \quad (2)$

Giải (1) và (2) ta được: $a = 0,2; b = 0,1$

$\Rightarrow$ Nồng độ dung dịch của $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ là $0,2/0,4 = 0,5\text{M}$

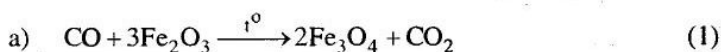
$\Rightarrow$ Nồng độ dung dịch của $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ là $0,1/0,4 = 0,25\text{M}$.

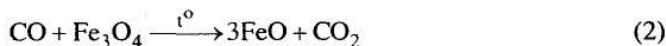
3. Cho hỗn hợp A gồm ba oxit của sắt $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Fe}_3\text{O}_4$ và FeO với số mol bằng nhau. Lấy m_1 gam A cho vào một ống sứ chịu nhiệt, nung nóng rồi cho một luồng khí CO đi qua ống, CO phản ứng hết, toàn bộ khí CO_2 ra khỏi ống được hấp thụ hết vào bình đựng lượng dư dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ thu được m_2 gam kết tủa trắng. Chất còn lại trong ống sứ sau phản ứng có khối lượng là 19,20 gam gồm Fe, FeO và Fe_3O_4 , cho hỗn hợp này tác dụng hết với dung dịch HNO_3 đun nóng được 2,24 lít khí NO duy nhất (ở đktc).

a) Viết phương trình hóa học của các phản ứng.

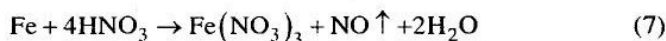
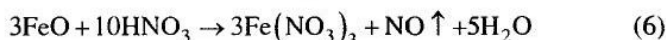
b) Tính khối lượng m_1, m_2 và số mol HNO_3 đã phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

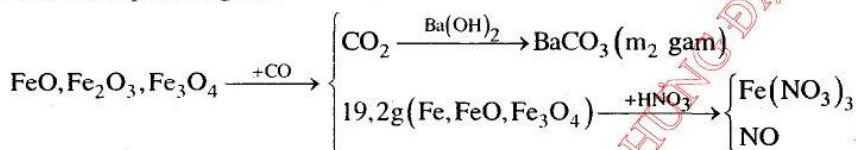




Sau phản ứng (1, 2, 3) thu được hỗn hợp gồm Fe, FeO, Fe₃O₄



b) Ta có sơ đồ phản ứng sau:



Sử dụng phương pháp quy đổi: Coi hỗn hợp (Fe, FeO, Fe₃O₄) là hỗn hợp chỉ có (Fe, Fe₂O₃). Ta có:

$$\text{Số mol Fe} = \text{số mol NO} = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol Fe}_2\text{O}_3 = \frac{19,2 - 56 \cdot 0,1}{160} = 0,085 \text{ (mol)}$$

$$\text{Đặt số mol FeO} = \text{số mol Fe}_2\text{O}_3 = \text{số mol Fe}_3\text{O}_4 = a \text{ mol}$$

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho sắt ta có:

$$a + 2a + 3a = 0,1 + 0,085 \cdot 2 \Rightarrow a = 0,045 \text{ (mol)}$$

$$m_1 = 0,045 \cdot (72 + 232 + 160) = 20,88 \text{ gam}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$20,88 + 28 \cdot n_{\text{CO}} = 19,2 + 44 \cdot n_{\text{CO}_2} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,105 \text{ mol}$$

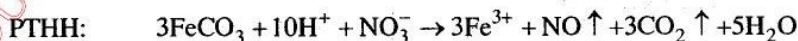
$$(\text{Vì } n_{\text{CO}} = n_{\text{CO}_2})$$

$$m_2 = m_{\text{BaCO}_3} = 0,105 \cdot 197 = 20,685 \text{ gam}$$

$$\text{Số mol HNO}_3 \text{ phản ứng} = 3 \cdot n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} + n_{\text{NO}} = 3 \cdot (0,1 + 0,085 \cdot 2) + 0,1 = 0,91 \text{ (mol)}$$

4. Cho 5,8 gam FeCO₃ tác dụng với dung dịch HNO₃ vừa đủ, thu được dung dịch A và hỗn hợp B gồm CO₂ và NO. Cho dung dịch HCl dư vào dung dịch A được dung dịch C. Dung dịch C hòa tan tối đa m gam Cu tạo ra sản phẩm khử NO duy nhất. Viết các PTPƯ xảy ra dạng ion rút gọn và tính giá trị m.

Phân tích và hướng dẫn giải



WOW! eBook

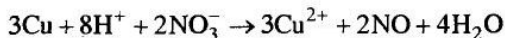
Get your eBook right now!

Now **Wow! eBook** is the **BEST EBOOK SITE**
please leave feedback to info@wowebook.com

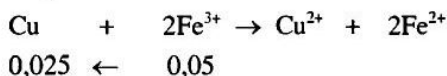
I like **Wow! eBook**. Let donate for Wow! eBook
free. Thank you so much.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Ta có: $n_{\text{Fe}^{3+}} = n_{\text{FeCO}_3} = 0,05 \text{ (mol)}$; $n_{\text{NO}_3^-} = 3n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,15 \text{ (mol)}$



$$\frac{0,15.3}{2} \leftarrow 0,15 \text{ mol}$$



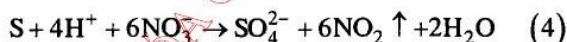
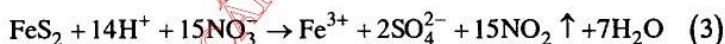
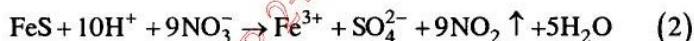
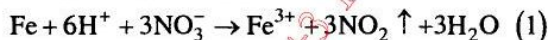
$$\text{Vậy: } m = 64 \left(\frac{0,15.3}{2} + 0,025 \right) = 16 \text{ gam}$$

5. Cho 20,80 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeS, FeS₂, S tác dụng với dung dịch HNO₃ đặc, nóng (dư) thu được V lít khí NO₂ (là sản phẩm khử duy nhất, đo ở đktc) và dung dịch A. Cho A tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ dư thu được 91,30 gam kết tủa.

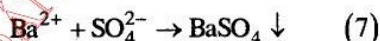
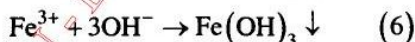
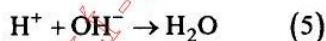
- Viết các phương trình phản ứng xảy ra dưới dạng phương trình ion rút gọn.
- Tính V. Tính số mol HNO₃ tối thiểu cần dùng để hòa tan hoàn toàn hỗn hợp X.

Phân tích và hướng dẫn giải

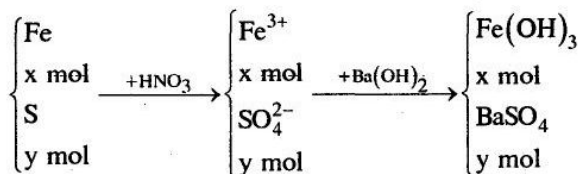
1. Các phương trình phản ứng:



Dung dịch sau phản ứng có: Fe^{3+} , SO_4^{2-} , H^+ , NO_3^-

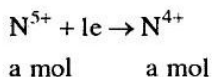
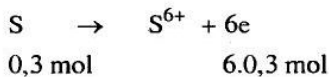
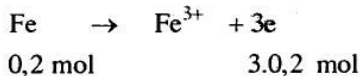
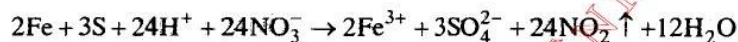
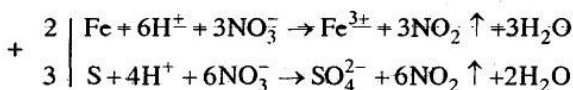


2. Quy đổi hỗn hợp X thành hỗn hợp gồm Fe và S với số mol tương ứng là x và y; ta có sơ đồ:



$$\text{Theo bài ra ta có hệ: } \begin{cases} 56x + 32y = 20,8 \\ 107x + 233y = 91,3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \text{ mol} \\ y = 0,3 \text{ mol} \end{cases}$$

Ta có:

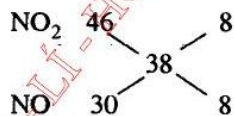
Bảo toàn electron ta có: $a = 0,6 + 1,8 = 2,4 \text{ mol} \rightarrow V = 53,76 \text{ lít}$.Ta có: $\frac{n_{\text{Fe}}}{n_{\text{S}}} = \frac{0,2}{0,3} = \frac{2}{3} \rightarrow$ Cộng (1) nhân 2 với (4) nhân 3 ta có: $\rightarrow$ Lượng tối thiểu HNO_3 cần dùng: $n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{H}^+} = n_{\text{NO}_3^-} = 2,4 \text{ mol}$.

6. Cho hỗn hợp gồm $a \text{ mol FeS}_2$ và $b \text{ mol Cu}_2\text{S}$ tác dụng vừa đủ với dung dịch HNO_3 thì thu được dung dịch A (chỉ chứa 2 muối sunfat) và $26,88 \text{ lít}$ hỗn hợp khí Y gồm NO_2 và NO ở điều kiện tiêu chuẩn (không còn sản phẩm khử nào khác), tỉ khối của Y so với H_2 là 19. Cho dung dịch A tác dụng với Ba(OH)_2 dư thì thu được kết tủa E. Nung E đến khối lượng không đổi thì thu được $m \text{ gam}$ chất rắn.

a) Tính % theo thể tích các khí.

b) Tính giá trị m .**Phân tích và hướng dẫn giải**

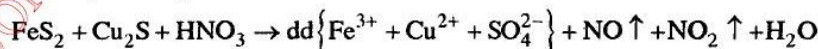
a) Áp dụng phương pháp sơ đồ đường chéo ta có:



$$\Rightarrow n_{\text{NO}_2} = n_{\text{NO}} = \frac{26,88}{22,4 \cdot 2} = 0,6 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \% V_{\text{NO}} = \% V_{\text{NO}_2} = 50\%$$

b) * Sơ đồ phản ứng:

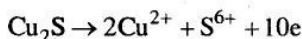
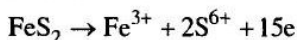


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

– Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có:

$$3a + 2.2b = 2(2a + b) \Rightarrow a - 2b = 0 \quad (1)$$

– Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có:

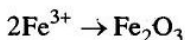
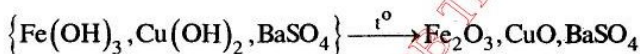
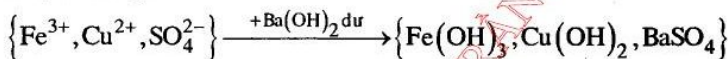


$$\Rightarrow 15n_{\text{FeS}_2} + 10n_{\text{Cu}_2\text{S}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2}$$

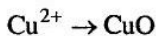
$$\Rightarrow 15a + 10b = 3 \cdot 0,6 + 0,6 = 2,4 \quad (2)$$

Giải hệ (1), (2) ta có: $a = 0,12 \text{ mol}$; $b = 0,06 \text{ mol}$.

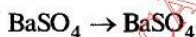
* Sơ đồ phản ứng:



$$0,12 \quad 0,06$$



$$0,12 \quad 0,12$$



$$0,3 \quad 0,3 \quad (\text{mol})$$

$$\Rightarrow m_{(\text{chất rắn})} = 0,06.160 + 0,12.80 + 0,3.233 = 89,1 \text{ gam}$$

7. Cho $a \text{ mol Cu}$ tác dụng với 120 ml dung dịch A gồm HNO_3 1M và H_2SO_4 0,5M (loãng), thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc).

a) Tính V , biết rằng phản ứng xảy ra hoàn toàn.

b) Giả sử khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, lượng Cu kim loại không tan hết thì lượng muối khan thu được là bao nhiêu gam?

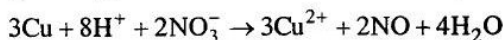
Phân tích và hướng dẫn giải

a) Tính V_{NO} .

Theo bài ra ta có: $n_{\text{NaOH}} = 0,12 (\text{mol})$; $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,06 (\text{mol})$

$$\Rightarrow \text{Số mol } \text{H}^+ = 0,24; \text{ số mol } \text{NO}_3^- = 0,12; \text{ số mol } \text{SO}_4^{2-} = 0,06$$

Phương trình phản ứng:



$$\text{Ban đầu:} \quad a \quad 0,24 \quad 0,12 \quad (\text{mol})$$

$$- \text{Nhận xét: } \frac{0,24}{8} < \frac{0,12}{2} \rightarrow \text{Bài toán có 2 trường hợp xảy ra:}$$

* **Trường hợp 1:** Cu hết, H^+ dư (tức là $a < 0,09$) $\rightarrow n_{NO} = \frac{2a}{3}$ (mol)

$\rightarrow V_{NO} = 14,933a$ (lít).

* **Trường hợp 2:** Cu dư hoặc vừa đủ, H^+ hết ($a \geq 0,09$)

$\rightarrow V_{NO} = 0,06 \cdot 22,4 = 1,344$ (lít).

b) Khi Cu kim loại không tan hết (tức $a > 0,09$) thì trong dung dịch sau phản ứng gồm có: số mol $Cu^{2+} = 0,09$; số mol $NO_3^- = 0,06$; số mol $SO_4^{2-} = 0,06$
 $\rightarrow m_{muối} = 0,09 \cdot 64 + 0,06 \cdot 62 + 0,06 \cdot 96 = 15,24$ (gam).

8. Hòa tan hoàn toàn 18,2 gam hỗn hợp X gồm 2 kim loại Al và Cu trong 100 ml dung dịch Y chứa H_2SO_4 C_M và HNO_3 2M đun nóng tạo ra dung dịch Z và 8,96 lít (đktc) hỗn hợp T gồm NO và khí D không màu. Hỗn hợp T có tỷ khối hơi so với hidro bằng 23,5. Tính khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp X và khối lượng mỗi muối trong dung dịch Z.

Phân tích và hướng dẫn giải

$M_T = 23,5 \cdot 2 = 47 \rightarrow M_{NO} = 30 < 47 < M_D \rightarrow D$ là SO_2 ($M = 64$).

Suy ra số mol NO = 0,2 mol và $SO_2 = 0,2$ mol

Ta có các quá trình sau:

$Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$. Với số mol Al = x và số mol Cu = y

$Cu - 2e \rightarrow Cu^{2+}$

$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \rightarrow SO_2 + 2H_2O$

Tổng số mol e nhường = $3x + 2y$ = Tổng số mol e thu = $0,6 + 0,4 = 1$

Vậy ta có hệ phương trình: $27x + 64y = 18,2$

$3x + 2y = 1$

Giải hệ phương trình cho $x = y = 0,2$.

Vậy khối lượng các kim loại trong hỗn hợp đầu là: $m_{Cu} = 12,8g$; $m_{Al} = 5,4g$.

Vì NO_3^- phản ứng tạo NO bằng lượng NO_3^- trong Y nên dung dịch Z không có NO_3^- và do đó chỉ có Al^{3+} , Cu^{2+} , SO_4^{2-} .

Lượng $Al_2(SO_4)_3 = \frac{0,2}{2} \cdot 342 = 34,2$ gam, lượng $CuSO_4 = 0,2 \cdot 160 = 32$ gam.

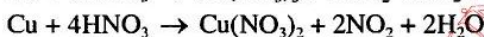
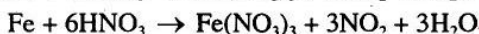
9. Cho m gam hỗn hợp bột Al, Fe, Cu vào 200 gam dung dịch HNO_3 63%. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được dung dịch A và 7,168 lít khí NO_2 (ở $27,3^\circ C$ và 1,1 atm). Chia A làm hai phần bằng nhau. Phần một cho tác dụng với lượng dư dung dịch NH_3 , thu được 3,41 gam kết tủa. Phần hai cho tác dụng với lượng dư dung dịch NaOH, sau khi phản ứng kết thúc lấy kết tủa đem nung tới khối lượng không đổi, được 2,4 gam chất rắn.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

- a. Xác định giá trị của m. Tính thành phần % khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp đầu.
 b. Tính nồng độ % các chất trong dung dịch A.
 c. Cho toàn bộ khí NO₂ thu được ở trên vào 500 ml dung dịch NaOH 5M được dung dịch B. Tính nồng độ mol/l các chất trong dung dịch B.

Phân tích và hướng dẫn giải

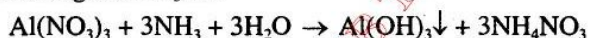
Hoà tan hỗn hợp vào HNO₃:



$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{200.63}{100.63} = 2; n_{\text{NO}_2} = 0,32 \Rightarrow \text{axit HNO}_3 \text{ còn dư}$$

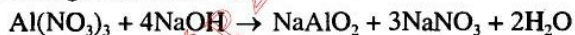
$\Rightarrow$ Kim loại đã phản ứng hết.

Cho 1/2 A phản ứng với NH₃ dư:

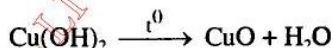
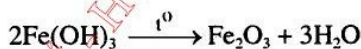


Kết tủa thu được gồm Al(OH)₃ và Fe(OH)₃.

Cho 1/2 A phản ứng NaOH dư:



Nung kết tủa ở t⁰ cao:



a) Tính m và tính % khối lượng mỗi kim loại:

+ Đặt lần lượt n_{Al}, n_{Fe} và n_{Cu} có trong hỗn hợp đầu là x, y, z

$$\Rightarrow n_{\text{NO}_2} = 3x + 3y + 3z = 0,32$$

$$m \downarrow \text{ ở } p_1 = 78 \cdot \frac{x}{2} + 107 \cdot \frac{y}{2} = 3,41$$

$$m \downarrow \text{ ở } p_2 = 160 \cdot \frac{y}{4} + 80 \cdot \frac{z}{2} = 2,4.$$

Giải hệ phương trình trên được: x = 0,06; y = 0,02; z = 0,04.

Vậy n_{Al} = 0,06 $\Rightarrow$ m_{Al} = 0,06 . 27 = 1,62

$$n_{\text{Fe}} = 0,02 \Rightarrow m_{\text{Fe}} = 0,02 \cdot 56 = 1,12$$

$$n_{\text{Cu}} = 0,04 \Rightarrow m_{\text{Cu}} = 0,04 \cdot 64 = 2,56$$

$\Rightarrow$ khối lượng hỗn hợp m = 5,3(g)

Trong hỗn hợp có:

$$\%Al = \frac{1,62.100\%}{5,3} = 30,57\%; \%Fe = \frac{1,12.100\%}{5,3} = 21,13\%$$

và $\%Cu = 48,3\%$.

b. Tính C_M các chất trong dung dịch A:

– Dung dịch A có:

$$n_{Al(NO_3)_3} = 0,06 \Rightarrow m_{Al(NO_3)_3} = 0,06.213 = 12,78 \text{ g}$$

$$n_{Fe(NO_3)_3} = 0,02 \Rightarrow m_{Fe(NO_3)_3} = 0,02.242 = 4,84 \text{ (g)}$$

$$m_{Cu(NO_3)_2} = 0,04.188 = 7,52 \text{ g}$$

$$n_{HNO_3} \text{ dư} = 2 - 0,64 = 1,36 \text{ (mol)} \Rightarrow m_{HNO_3} = 1,36.63 = 85,68$$

$$\text{Mặt khác khối lượng dung dịch A} = m_{\text{dd HNO}_3} + m_{\text{kim loại}} - m_{NO_2} \uparrow$$

$$m_{\text{dd A}} = 200 + 5,3 - 0,32.46 = 190,58 \text{ g.}$$

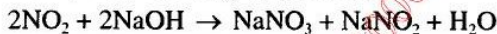
$$\text{Vậy: } C\% Al(NO_3)_3 = 6,7\%;$$

$$C\% Fe(NO_3)_3 = 2,54\%;$$

$$C\% Cu(NO_3)_2 = 3,94\%$$

$$C\% HNO_3 = 44,95\%.$$

c. Dẫn toàn bộ NO_2 vào dung dịch NaOH:



$$\text{Dung dịch B có: } n_{NaNO_3} = n_{NaNO_2} = \frac{1}{2} n_{NO_2} = 0,16 \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = 2,5 - 0,32 = 2,18 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy: } C_{NaNO_3} = C_{NaNO_2} = \frac{0,16}{0,5} = 0,32 \text{ (M)}$$

$$\text{và } C_{NaOH} = \frac{2,18}{0,5} = 4,36 \text{ (M).}$$

10. Cho 23,52g hỗn hợp 3 kim loại Mg, Fe, Cu vào 200 ml dung dịch HNO_3 3,4M, khuấy đều thấy thoát ra một khí duy nhất hơi nặng hơn không khí, trong dung dịch còn dư một kim loại chưa tan hết, đổ tiếp từ từ dung dịch H_2SO_4 5M vào, chất khí trên lại thoát ra cho đến khi kim loại vừa tan hết thì mất đúng 44 ml, thu được dung dịch A. Lấy 1/2 dung dịch A, cho dung dịch NaOH vào đến dư, lọc kết tủa, rửa rồi nung ngoài không khí đến khối lượng không đổi thu được chất rắn B nặng 15,6g.

1- Tính % số mol mỗi kim loại trong hỗn hợp.

2- Tính nồng độ các ion (trừ ion H^+ , OH^-) trong dung dịch A.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

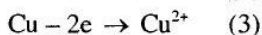
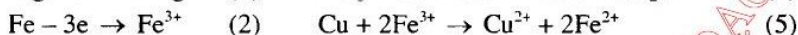
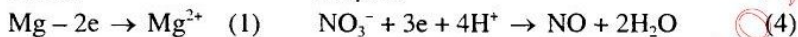
Gọi x, y, z là số mol Mg, Fe, Cu trong hỗn hợp, ta có:

$$24x + 56y + 64z = 23,52 \Rightarrow 3x + 7y + 8z = 2,94 \quad (a)$$

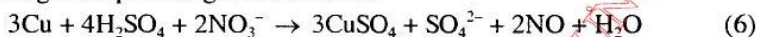
Đồng còn dư có các phản ứng:

Cho e:

Nhận e:



Phương trình phản ứng hoà tan Cu dư:



Từ (6) tính được số mol Cu dư: $= \frac{0,044 \cdot 5 \cdot 3}{4} = 0,165 \text{ (mol)}$

Theo các phương trình (1), (2), (3), (4), (5): số mol electron cho bằng số electron nhận:

$$2(x + y + z - 0,165) = [3,4 \cdot 0,2 - 2(x + y + z - 0,165)] \cdot 3$$

$$\Rightarrow x + y + z = 0,255 + 0,165 = 0,42 \quad (b)$$

Từ khối lượng các oxit MgO, Fe₂O₃, CuO, có phương trình:

$$\frac{x}{2} \cdot 40 + \frac{y}{4} \cdot 160 + \frac{z}{2} \cdot 80 = 15,6 \quad (c)$$

Hệ phương trình rút ra từ (a), (b), (c):

$$\begin{cases} 3x + 7y + 8z = 2,94 \\ x + y + z = 0,42 \\ x + 2y + 2z = 0,78 \end{cases}$$

Giải được: x = 0,06; y = 0,12; z = 0,24.

% khối lượng Mg = 6,12%,

% khối lượng Fe = 28,57%,

% khối lượng Cu = 65,31%.

2. Tính nồng độ các ion trong dung dịch A (trừ H⁺, OH⁻):

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{0,06}{0,244} = 0,246 \text{ M}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = 0,984 \text{ M}; [\text{Fe}^{2+}] = 0,492 \text{ M};$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,9 \text{ M}; [\text{NO}_3^-] = 1,64 \text{ M}.$$

11. Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp gồm Zn, FeCO₃, Ag bằng dung dịch HNO₃ loãng, thu được hỗn hợp A gồm 2 khí không màu, trong đó có một khí hóa nâu trong không khí, tỉ khối của A so với hydro bằng 19,2 và dung dịch B. Cho B tác dụng với dung dịch NaOH dư, lọc kết tủa, nung đến khối lượng không đổi, phản ứng hoàn toàn, thu được 2,82 gam chất rắn. Biết rằng mỗi chất trong hỗn hợp chỉ khử HNO₃ tạo thành một sản phẩm khử và trong hỗn hợp số mol Zn bằng số mol FeCO₃. Xác định sản phẩm khử đã cho và tính số mol mỗi chất trong m gam hỗn hợp ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

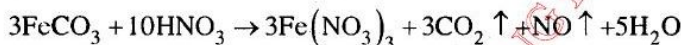
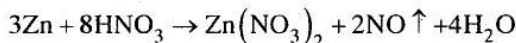
- * Hỗn hợp A gồm: CO_2 và NO .

Do Ag có tính khử yếu nên chỉ tạo NO .

Vì mỗi chất trong hỗn hợp chỉ tạo một chất sản phẩm khử nên Zn sẽ khử HNO_3 thành NO hoặc NH_4NO_3 .

Gọi x là số mol Zn $\Rightarrow$ Số mol $\text{FeCO}_3 = x$, gọi là số mol Ag = y

- * Nếu Zn cũng khử HNO_3 tạo ra khí NO thì ta có:

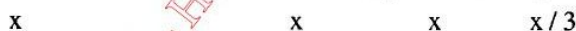
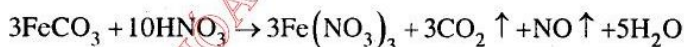
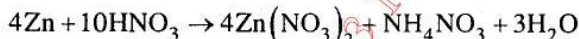


$\Rightarrow$ Khí tạo thành có: x mol CO_2 và $\frac{3x+y}{3}$ mol NO

- * Vì hỗn hợp khí có tỉ khối so với hydro là 19,2 nên $n(\text{CO}_2) = 1,5n_{\text{NO}}$

$$\Rightarrow x = 1,5 \cdot \frac{3x+y}{3} \Rightarrow y = -x \text{ (loại)}.$$

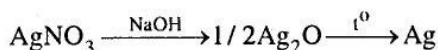
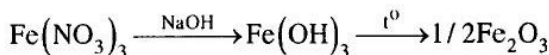
- * Do đó sản phẩm khử của Zn là: NH_4NO_3



$\Rightarrow$ Khí tạo thành có x mol CO_2 và $\frac{x+y}{3}$ mol NO

Vì số mol $\text{CO}_2 = 1,5 \cdot n_{\text{NO}}$. Nên $x = y$

- * Khí B + NaOH dư và nung thì chất rắn chỉ có:



$0,5x$ mol $\text{Fe}_2\text{O}_3 + y$ mol Ag. Vì $x = y$ nên ta có:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

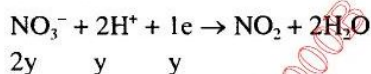
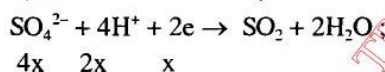
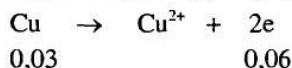
$$80x + 108x = 2,82 \Rightarrow x = 0,015 \text{ mol}$$

Vậy cả 3 chất trong hỗn hợp đã cho đều có số mol là 0,015 mol.

12. Cho 3,2 gam Cu vào a gam dung dịch H_2SO_4 98% thu được V_1 lít khí, lượng Cu còn lại tiếp tục cho vào b gam dung dịch HNO_3 68% thu được V_2 lít khí. Sau hai lần phản ứng khối lượng Cu còn lại là 1,28 gam, biết $V_1 + V_2 = 1,12$ lít. Pha trộn hỗn hợp gồm 2a gam dung dịch H_2SO_4 98% và 3b gam dung dịch HNO_3 68%, sau đó pha loãng dung dịch thu được bằng H_2O thì được dung dịch X. Cho 5,76 gam Cu vào dung dịch X thu được V_3 lít khí NO. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn, các khí đo ở đktc. Tính V_3 .

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra số mol đồng là: $n_{\text{Cu}} = 1,92 : 64 = 0,03 \text{ (mol)}$



Ta có: $x + y = 0,05 \quad (1)$

$2x + y = 0,06 \quad (2)$

Giải hệ ta được: $x = 0,01; y = 0,04$.

Khi lấy 2a gam dung dịch H_2SO_4 98% trộn với 3b gam dung dịch HNO_3 68% rồi pha loãng dung dịch thì dung dịch thu được chứa H_2SO_4 loãng và HNO_3 loãng.

Khi cho 0,09 mol Cu vào dung dịch X thì khí thoát ra là NO theo PTHH:



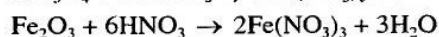
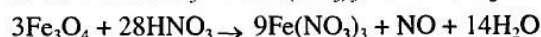
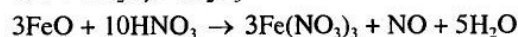
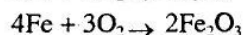
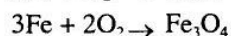
Từ (*) ta thấy Cu phản ứng hết nên $n_{\text{NO}} = (2/3)n_{\text{Cu}} = 0,06 \text{ mol}$.

Vậy $V_3 = 0,06 \cdot 22,4 = 1,344 \text{ lít}$.

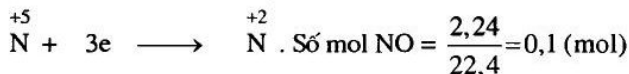
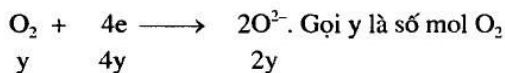
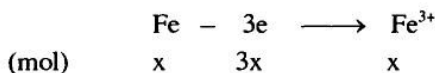
13. Để m gam phối bào sắt (A) ngoài không khí, sau một thời gian biến thành hỗn hợp B khối lượng 12 gam gồm sắt và các oxit FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 . Cho B tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 thấy giải phóng ra 2,24 lít khí NO duy nhất ở đktc.

a) Viết phương trình phản ứng.

b) Tính khối lượng m.

Phân tích và hướng dẫn giải

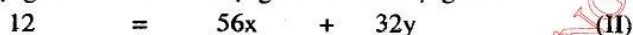
Toàn bộ sắt chuyển thành Fe^{3+} . Gọi x là số mol Fe.



Áp dụng định luật bảo toàn electron: $3x = 4y + 0,1 \cdot 3$ (I)

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

Khối lượng oxit sắt = khối lượng sắt + khối lượng oxi



Giải hệ (I) và (II) được $x = 0,18$, $y = 0,06$.

Vậy khối lượng sắt ban đầu là $0,18 \cdot 56 = 10,08$ gam.

14. Cho 3,2 gam Cu tác dụng với 100 ml dung dịch hỗn hợp HNO_3 0,8M và H_2SO_4 0,2M, sản phẩm khử duy nhất là khí NO. Tính số gam muối khan thu được sau phản ứng.

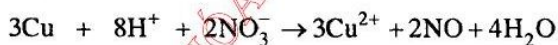
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{Cu}} = 3,2 / 64 = 0,05$ (mol); $n_{\text{HNO}_3} = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$ (mol)

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,08 + 0,02 \cdot 2 = 0,12 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{NO}_3^-} = 0,08 \text{ (mol)}; n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,02 \text{ (mol)}$$



$$0,045 \leftarrow 0,12 \rightarrow 0,03 \rightarrow 0,045$$

$$\text{Vì } \frac{0,12}{8} < \frac{0,05}{3} < \frac{0,08}{2} \text{ nên } \text{H}^+ \text{ phản ứng hết.}$$

Suy ra: $n_{\text{NO}_3^-} \text{ (tạo muối)} = 0,08 - 0,03 = 0,02$ (mol)

Vậy khối lượng muối khan thu được:

$$m = m_{\text{Cu(NO}_3)_2} + m_{\text{CuSO}_4} = m_{\text{Cu}^{2+}} + m_{\text{NO}_3^-} + m_{\text{SO}_4^{2-}}$$

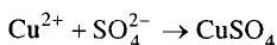
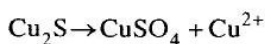
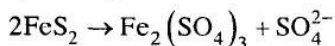
$$\Rightarrow m = 0,045 \cdot 64 + 0,05 \cdot 62 + 0,02 \cdot 96 = 7,90 \text{ (g)}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

15. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp gồm FeS_2 0,24 mol và Cu_2S vào dung dịch HNO_3 vừa đủ thu được dung dịch X (chỉ chứa hai muối sunfat) và V lít khí NO duy nhất. Tính V (đktc).

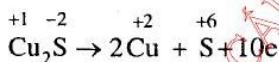
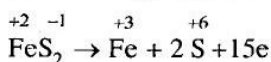
Phân tích và hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng:

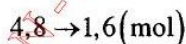


$$\Rightarrow x = 0,12 (\text{mol})$$

Quá trình nhường, nhận electron:



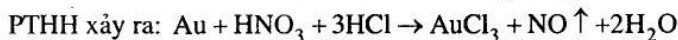
$$\Rightarrow \text{Tổng số mol electron cho: } 3,6 + 1,2 = 4,8(\text{mol})$$



$$\Rightarrow V_{\text{NO}} = 1,6.22,4 = 35,84(\text{l})$$

16. Hoà tan Au bằng nước cường toan thì sản phẩm khử là NO; hoà tan Ag trong dung dịch HNO_3 đặc thì sản phẩm khử là NO_2 . Để số mol NO_2 bằng số mol NO thì tỉ lệ số mol Ag và Au phản ứng là bao nhiêu?

Phân tích và hướng dẫn giải

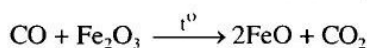
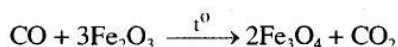
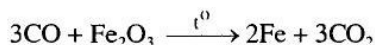
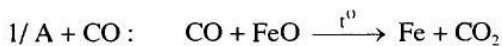


$$\Rightarrow \text{Để } n_{\text{NO}} = n_{\text{NO}_2} \text{ thì } n_{\text{Ag}} = n_{\text{Au}} \Rightarrow n_{\text{Ag}} : n_{\text{Au}} = 1 : 1$$

17. Cho V lít CO (đktc) đi qua ống sứ chứa 0,15 mol hỗn hợp A gồm FeO và Fe₂O₃ nung nóng. Sau một thời gian để nguội, thu được 12 gam chất rắn B (gồm 4 chất) và khí X thoát ra (tỉ khối của X so với H₂ bằng 20,4). Cho X hấp thụ hết vào dung dịch nước vôi dư thì thu được 20 gam kết tủa trắng.

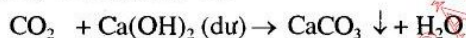
1. Tính phần trăm khối lượng của các chất trong A. Xác định giá trị V.
2. Cho B tan hết trong dung dịch HNO₃ đậm đặc, nóng. Tính khối lượng của muối khan tạo thành khi cô cạn dung dịch sau phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải



⇒ B gồm Fe, FeO, Fe₃O₄ và Fe₂O₃ dư (4 chất).

X gồm CO (dư) và CO₂ (sinh ra).



$$0,2 \text{ mol} \quad \leftarrow \quad \frac{20}{100}$$

Gọi số mol khí CO trong hỗn hợp X là a. Ta có:

$$\frac{28.a + 44.0,2}{0,2 + a} = 20,4.2 = 40,8$$

$$\Rightarrow 28a + 8,8 = 8,16 + 40,8a \Rightarrow 12,8a = 0,64 \Rightarrow a = 0,05.$$

Suy ra: số mol khí CO ban đầu: $n_{CO}(\text{ban đầu}) = n_{CO}(\text{dư}) + n_{CO_2}$

$$n_{CO}(\text{ban đầu}) = 0,05 + 0,2 = 0,25 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V = 0,25. 22,4 = 5,6 \text{ (lít)}.$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng, ta có:

$$m_{CO}(\text{ban đầu}) + m_A = m_B + m_X$$

$$\Rightarrow 0,25. 28 + m_A = 12 + 0,05. 20,4. 2 \Rightarrow m_A = 15,2 \text{ (gam)}.$$

Gọi x, y lần lượt là số mol FeO, Fe₂O₃ trong A.

$$\text{Ta có: } \begin{cases} x + y = 0,15 \\ 72x + 160y = 15,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,05 \end{cases}$$

$$\text{Vậy } \% m_{FeO} = \frac{0,1.72.100}{15,2} = 47,36$$

$$\% m_{Fe_2O_3} = 100 - 47,36 = 52,64\%$$



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Ta có: $n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = n_{\text{FeO}} + 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,1 + 2 \cdot 0,05 = 0,2 (\text{mol})$

Khối lượng muối khan tạo thành:

$$m_{(\text{muối})} = m_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 0,2 \cdot 242 = 48,4 (\text{gam}).$$

18. Hỗn hợp X gồm Fe và kim loại M hóa trị 3. Chia 38,6 gam X thành 2 phần bằng nhau. Phần 1 cho tan hoàn toàn trong dung dịch HNO_3 loãng dư thu được các sản phẩm khử chỉ có NO, N_2O (hỗn hợp Y) với tổng thể tích 6,72 lít, tỉ khối của Y so với H_2 là 17,8. Phần 2 cho vào dung dịch kiềm sau một thời gian thấy lượng H_2 thoát ra vượt quá 6,72 lít. Biết các khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

a) Xác định tên kim loại M và % khối lượng của kim loại trong X.

b) Tính khối lượng HNO_3 đã phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Do HNO_3 dư nên Fe sẽ tạo muối $\text{Fe}^{3+} \Rightarrow$ Coi Fe và M có công thức chung $\overline{\text{M}}$.

$$\Rightarrow n_Y = 0,3 \text{ mol}$$

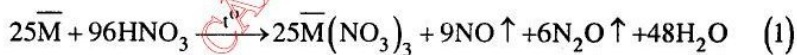
$\Rightarrow$ Khối lượng trung bình của Y: 35,6 g/mol.

Hỗn hợp Y là 0,3 mol; a là số mol của NO

$$\Rightarrow 30a + (0,3 - a)44 = 35,6 \Rightarrow a = 0,18 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ Tỉ lệ mol NO/ N_2O = 3/2

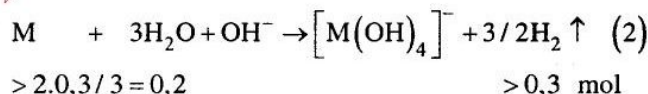
Phương trình hóa học của phần 1:



$$\Rightarrow n_{\overline{\text{M}}} = \frac{0,18 \cdot 25}{9} = 0,5 \text{ mol}.$$

X tác dụng với kiềm có khí thoát ra nên M sẽ phản ứng.

Phương trình hóa học của phần 2:



Gọi x là số mol của M $\Rightarrow$ số mol Fe: $0,5 - x$ mol

$$\Rightarrow M_X + (0,5 - x)56 = 19,3 \Rightarrow M = \frac{56x - 8,7}{x} \text{ với } 0,2 < x < 0,5$$

$$\Rightarrow x = \frac{8,7}{56 - M} \Rightarrow 0,2 < \frac{8,7}{56 - M} < 0,5 \Rightarrow 12,5 < M < 38,6 \Rightarrow \text{Chỉ có Al.}$$

$$\Rightarrow x = 0,3 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy } \%m_{\text{Al}} = \frac{0,3 \cdot 27}{19,3} \cdot 100\% = 41,97\%; \%m_{\text{Fe}} = 58,03\%$$

b. Theo (1) $n_{\text{HNO}_3} = 96,0,18 / 9 = 1,92 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow$ Khối lượng HNO_3 phản ứng $= 63.1,92 = 120,96 \text{ gam}$.

19. Chia 16,68 gam hỗn hợp X gồm Fe và kim loại R (hóa trị không đổi) thành ba phần bằng nhau.

Phần 1 cho vào dung dịch HCl dư, sau phản ứng xảy ra hoàn toàn chỉ thu được dung dịch và 3,136 lít H_2 .

Phần 2 cho vào dung dịch HNO_3 loãng, dư sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 2,688 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Các thể tích khí đo ở đktc.

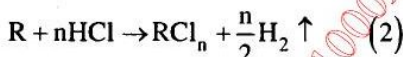
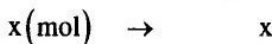
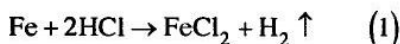
1. Xác định kim loại R và tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu.

2. Cho phần 3 vào V lít dung dịch CuSO_4 1M, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 8,64 gam chất rắn. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

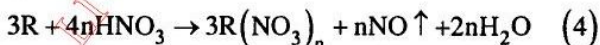
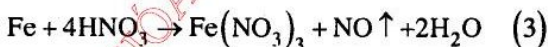
1. Mỗi phần có khối 5,56 gam; gọi trong mỗi phần có chứa x mol Fe và y mol kim loại R.

Phần 1:



$$n_{\text{H}_2} = 0,14 \text{ (mol)} \Rightarrow x + \frac{n}{2} \cdot y = 0,14 \quad (I)$$

Phần 2:



$$n_{\text{NO}} = 0,12 \text{ (mol)} \Rightarrow x + \frac{n}{3} \cdot y = 0,12 \quad (II)$$

Giải hệ phương trình (I), (II) ta có: $x = 0,08 \text{ (mol)}$; $y = \frac{0,12}{n}$

Theo khối lượng hỗn hợp ban đầu ta có: $56x + M_R \cdot y = 5,56$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Leftrightarrow M_R = 9.n; n \text{ là hóa trị.}$$

$$n = 1 \Rightarrow M_R = 9 \text{ (loại)}$$

$$n = 2 \Rightarrow M_R = 18 \text{ (loại)}$$

$$n = 3 \Rightarrow M_R = 27 \Rightarrow \text{Kim loại R là Al; } n = 3.$$

$$\Rightarrow x = 0,08 \text{ (mol); } y = 0,04 \text{ (mol)} \Rightarrow \%m_{Fe} = 80,67\%; \%m_{Al} = 19,33\%.$$

2. Phần 3:

Sau phản ứng khối lượng chất rắn tăng = $8,64 - 5,56 = 3,08$ gam

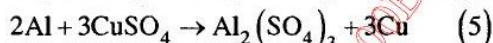
– Khi Al phản ứng hết, khối lượng chất rắn tăng:

$$64.0,06 - 27.0,04 = 2,76 \text{ gam} < 3,08 \text{ gam} \Rightarrow \text{Al phản ứng hết.}$$

– Khi Fe phản ứng hết, khối lượng chất rắn tăng

$$2,76 + 0,08(64 - 56) = 3,4 \text{ gam} > 3,08 \text{ gam} \Rightarrow \text{Fe phản ứng chưa hết.}$$

Vậy Al phản ứng hết, Fe phản ứng một phần, gọi số mol Fe phản ứng là z (mol)



$$0,04 \rightarrow 0,06 \rightarrow 0,06 \text{ (mol)}$$



$$z \text{ (mol)} \rightarrow z \rightarrow z$$

$$\Rightarrow 2,76 + (64 - 56).z = 3,08 \Rightarrow z = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \sum n_{CuSO_4} \text{ phản ứng} = 0,06 + 0,04 = 0,1 \text{ (mol)}$$

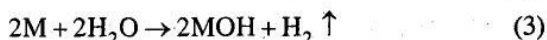
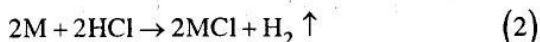
$$\Rightarrow V = 0,1 \text{ lít} = 100 \text{ ml.}$$

20. Hòa tan hoàn toàn 1,62 gam nhôm vào 280 ml dung dịch HNO_3 1M được dung dịch A và khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Mặt khác, cho 7,35 gam hai kim loại kiềm thuộc hai chu kỳ liên tiếp vào 500 ml dung dịch HCl, được dung dịch B và 2,8 lít khí H_2 (đktc). Khi trộn dung dịch A vào dung dịch B thấy tạo thành 1,56 gam kết tủa.

a) Xác định tên hai kim loại kiềm.

b) Tính nồng độ mol/l của dung dịch HCl đã dùng.

Phân tích và hướng dẫn giải



Ban đầu: số mol Al: 0,06 mol; số mol HNO_3 : 0,28 mol

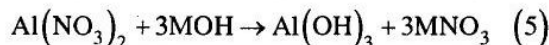
Sau phản ứng HNO_3 còn dư: 0,04 mol

Khi cho hỗn hợp hai kim loại kiềm vào dung dịch HCl thì xảy ra phản ứng (2) và có thể có phản ứng (3):

a) Theo PTHH: số mol M = số mol $H_2 = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow \bar{M} = 29,4$

Vì hai kim loại kiềm thuộc hai chu kì liên tiếp nên Na, K thỏa mãn ($23 < 29,4 < 39$)

Khi trộn hai dung dịch A và B có kết tủa tạo ra chứng tỏ ban đầu có phản ứng (3), ta có phương trình hóa học:



Số mol kết tủa: $Al(OH)_3 = 0,02 \text{ mol}$ nhỏ hơn số mol $Al(NO_3)_3$.

Nên có 2 khả năng:

+) **Trường hợp 1:** $Al(NO_3)_3$ còn dư thì số mol $MOH = 0,04 + 0,02.3 = 0,1 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ Số mol M phản ứng (2) = $0,25 - 0,1 = 0,15 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ Số mol HCl = $0,15 \text{ mol} \Rightarrow C_M(HCl) = 0,3M$.

+) **Trường hợp 2:** MOH còn dư, $Al(OH)_3$ tan trở lại một phần:



Số mol $Al(OH)_3$ tan = $0,06 - 0,02 = 0,04 \text{ mol}$.

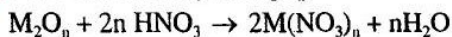
Từ các phương trình (4, 5, 6) ta có:

Số mol $MOH = 0,04 + 0,06.3 + 0,04 = 0,26 \text{ mol}$ (loại, vì lớn hơn số mol M ban đầu).

21. Hoà tan hoàn toàn 3,6 gam hỗn hợp chất X trong HNO_3 đặc, nóng được dung dịch A. Chia A làm 2 phần bằng nhau. Cho phần 1 phản ứng với dung dịch NaOH dư, lọc lấy kết tủa, nung ở nhiệt độ cao cho đến khối lượng không đổi được 1,2 gam oxit kim loại. Để hoà tan hoàn toàn lượng oxit này cần dùng 30 ml dung dịch HNO_3 1,5M (phản ứng này không có sự thay đổi số oxi hoá của nitơ). Thêm vào phần 2 lượng dư dung dịch $BaCl_2$ loãng, được 6,99 gam kết tủa trắng, không tan trong dung dịch axit mạnh. Xác định công thức phân tử của X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi công thức của oxit kim loại là M_2O_n



Số mol $HNO_3 = 0,045 \rightarrow$ Số mol của $M_2O_n = \frac{0,045}{2n}$.

Khối lượng của oxit là $\frac{0,045}{2n} \cdot (2M + 16n) = 1,2 \rightarrow M = 18,667n$.

Nghiệm hợp lý là $n = 3$, $M = 56$ (Fe). Oxit Fe_2O_3 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Vậy trong hợp chất X có nguyên tố Fe và khối lượng của Fe trong 3,6 gam X là

$$\frac{1,2.112,2}{160} = 1,68(\text{g}).$$

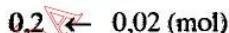
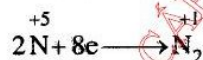
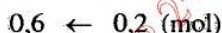
Phần 2 phản ứng với BaCl_2 dư, tạo kết tủa trắng không tan trong axit mạnh. Vậy kết tủa là BaSO_4 . Số mol $\text{BaSO}_4 = 6,99/233 = 0,03 \rightarrow$ Khối lượng S trong $\text{BaSO}_4 = 0,03.32 = 0,96\text{g} \rightarrow$ Khối lượng S trong X là $0,96.2 = 1,92(\text{g})$. Như vậy tổng khối lượng Fe và S trong X là 3,6 gam $\rightarrow$ X chỉ chứa 2 nguyên tố Fe, S với tỷ lệ số nguyên tử Fe : S = $0,03 : 0,06 = 1 : 2$.

Vậy công thức của X là FeS_2 .

22. Hoà tan hết 52 gam kim loại M trong 739 gam dung dịch HNO_3 , kết thúc phản ứng thu được 0,2 mol NO; 0,1 mol N_2O và 0,02 mol N_2 . Biết không có phản ứng tạo muối NH_4NO_3 và HNO_3 đã lấy dư 15% so với lượng cần thiết. Xác định kim loại M và nồng độ phần trăm của HNO_3 ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

Sơ đồ cho – nhận electron:



Theo nguyên tắc bảo toàn electron, thì:

$$nx = 0,6 + 0,8 + 0,2 = 1,6 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow x = 0,16 / n (\text{mol})$$

$$\text{Suy ra: } M_M = \frac{52}{x} = \frac{52n}{1,6} = 32,5n$$

Giá trị thoả mãn là $n = 2$, $M_M = 65 (\text{Zn})$

$$n_{\text{Zn}} = \frac{52}{65} = 0,8 (\text{mol}) \Rightarrow n_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2} = 0,8 (\text{mol})$$

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho nguyên tố nitơ, ta có:

$$n_{\text{N}(\text{HNO}_3)} = n_{\text{N}(\text{NO})} + n_{\text{N}(\text{N}_2\text{O})} + n_{\text{N}(\text{N}_2)} + n_{\text{N}(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = 0,2.1 + 0,1.2 + 0,02.2 + 0,8.2 = 2,04 (\text{mol})$$

$$\text{Vì } \text{HNO}_3 \text{ lấy dư 15\% nên: } n_{\text{HNO}_3 (\text{thực tế})} = \frac{2,04.(100 + 15)}{100} = 2,346 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow m_{\text{HNO}_3 (\text{thực tế})} = 2,346 \cdot 63 = 147,798 \text{ (g)}$$

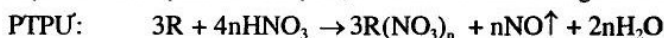
$$\Rightarrow C\%_{(\text{dd HNO}_3)} = \frac{147,798}{739} \cdot 100\% = 20\%$$

Vậy M là Zn và $C\%(\text{HNO}_3) = 20\%$.

23. Khi hoà tan cùng một lượng kim loại R vào dung dịch HNO_3 loãng và vào dung dịch H_2SO_4 loãng thì thu được khí NO và H_2 có thể tích bằng nhau (đo ở cùng điều kiện). Biết khối lượng muối nitrat thu được bằng 159,21% khối lượng muối sunfat. Xác định kim loại R.

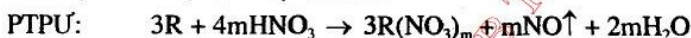
Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi n là hoá trị của kim loại R, a là số mol R đã dùng ở mỗi phản ứng.



Theo bài ra: $\text{an/3} = \text{an/2} \Rightarrow$ vô lí.

Điều này chứng tỏ R có hoá trị thay đổi. Khi R tác dụng với HNO_3 là chất oxi hoá mạnh thể hiện hoá trị cao là m:



$$\text{Ta có hệ: } \begin{cases} \text{am/3} = \text{an/2} & (1) \\ a \cdot (R + 62m) = (159,21/100) \cdot (a/2) \cdot (2R + 96n) & (2) \end{cases}$$

Từ (1) $\Rightarrow m = 1,5n$. Thay m vào (2):

$$\Rightarrow R + 62 \cdot 1,5n = 1,5921 \cdot (R + 48n) \Rightarrow R + 93n = 1,5921 \cdot R + 76,42n$$

$$\Rightarrow 0,5921R = 16,58n \Rightarrow R = 28n.$$

Ta có bảng:

n	1	2	3
R	28	56	84
Kl	Loại	Fe	Loại

Chỉ có n = 2 (m = 3) ứng với R = 56 là thoả mãn. Vậy kim loại R là Fe.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

24. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp FeS và FeCO_3 bằng dung dịch HNO_3 đặc, nóng thu được hỗn hợp khí A gồm hai khí X và Y có tỷ khối so với hidro bằng 22,805.

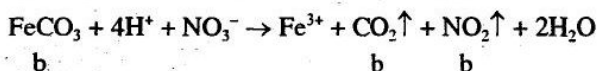
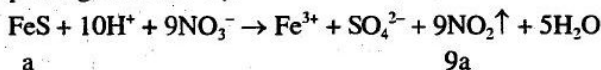
a. Tính phần trăm khối lượng mỗi muối trong hỗn hợp đầu.

b. Làm lạnh hỗn hợp khí A xuống nhiệt độ thấp hơn thì thu được hỗn hợp khí B gồm 3 khí X, Y, Z có tỷ khối so với hidro bằng 30,61. Tính % khí X bị dime hóa thành khí Z. Hãy cho biết phản ứng dime hóa là tỏa nhiệt hay thu nhiệt và màu của hỗn hợp biến đổi như thế nào khi làm lạnh nó?

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình hoá học:



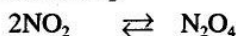
a) Gọi a, b là số mol mỗi muối trong hỗn hợp.

$$d_{\text{X, Y/H}_2} = \frac{44b + (9a + b) \cdot 46}{(9a + 2b) \cdot 2} = 22,805 \Rightarrow b = 2,877a$$

Chọn a = 1, b = 2,877 (mol)

Tính được: %FeS = 20,87%; %FeCO₃ = 79,13%.

b) Phản ứng dimer hóa NO₂:



$$n_{\text{đầu}} : 11,877a$$

$$n_{\text{ph}} : 2x \quad x$$

$$n_{\text{cb}} : 11,877a - 2x \quad x, \quad n_{\text{CO}_2} = b$$

$$d_{\text{X, Y, Z/H}_2} = \frac{(11,877a - 2x) \cdot 46 + 44b + 92x}{(11,877a - 2x + b + x) \cdot 2} = 30,61$$

$$\text{Thay } b = 2,877 \rightarrow \frac{x}{a} = 3,762 \Rightarrow x = 3,762a$$

Số mol NO₂ bị dimer hóa là 2x.

$$\% \text{NO}_2 \text{ bị dimer hóa} = \frac{3,762a \cdot 2}{11,877a} = 63,35\%$$

– Phản ứng dimer hóa diễn ra khi làm lạnh và khi đó màu của hỗn hợp nhạt dần.

– Cân bằng dịch về phải khi hạ nhiệt độ $\Rightarrow$ Phản ứng dimer hóa là tỏa nhiệt.

25. Hoà tan 18,4g hỗn hợp hai kim loại Fe và Mg vào 2,5 lít dung dịch HNO₃ loãng (vừa đủ), thu được 5,824 lít hỗn hợp hai khí (đktc) trong đó có một khí hoá nâu trong không khí và dung dịch A. Hỗn hợp 2 khí có khối lượng 7,68g.

1– Tính % khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp.

2– Cô cạn dung dịch A thu được bao nhiêu gam muối khan ?

3– Tính nồng độ dung dịch HNO₃ đã dùng.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$1/\sum n_{(2 \text{ khí})} = 0,26 \text{ (mol)}$$

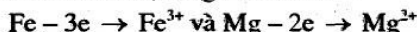
$$\overline{M}_{(2 \text{ khí})} = \frac{7,68}{0,26} = 29,2 \rightarrow M(\text{N}_2) < 29,2 < M(\text{NO})$$

$$\text{Đặt số mol N}_2 = y; \text{NO} = x \rightarrow 30x + 28y = 7,68$$

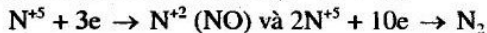
$$x + y = 0,26$$

$$\rightarrow x = n_{\text{NO}} = 0,2 \text{ mol}; y = n_{\text{N}_2} = 0,06 \text{ mol}$$

Đặt số mol $n_{\text{Fe}} = a$, $n_{\text{Mg}} = b$ ta có:



Tổng số mol electron đã nhường = $3a + 2b$.



$$\rightarrow \text{Tổng số mol electron đã thu} = (0,2 \cdot 3) + (0,06 \cdot 10) = 1,2$$

$$\text{Theo định luật bảo toàn electron: } 3a + 2b = 1,2$$

$$\text{Kết hợp với } 56a + 24b = 18,4 \text{ cho } a = 0,2 \text{ và } b = 0,3.$$

$$\rightarrow m_{\text{Fe}} = 11,2\text{g} \rightarrow \%m_{\text{Fe}} = 60,87\%$$

$$m_{\text{Mg}} = 7,2\text{g} \rightarrow \%m_{\text{Mg}} = 39,03\%.$$

$$2/ \quad m_{\text{muối khan}} = m_{\text{Kim loại}} + m_{\text{NO}_3^-} = 18,4 + (0,3 \cdot 2) \cdot 62 = 92,8\text{g}.$$

$$3/ \quad C_{\text{M}}(\text{HNO}_3) = \frac{4,0,2 + 12,0,06}{2,5} = 0,608\text{M}.$$

26. Hoà tan a gam Cu trong lượng dư dung dịch HNO_3 . Kết thúc phản ứng thu được 5,97 lít hỗn hợp gồm NO và NO_2 (khí A), và dung dịch có khối lượng không thay đổi so với khối lượng axit ban đầu. Thực hiện 2 thí nghiệm sau:

Thí nghiệm 1: Lấy 11,94 lít khí A cho đi qua dung dịch KOH 0,5M phản ứng vừa đủ, thu được dung dịch B (thể tích không thay đổi so với thể tích dung dịch KOH).

Thí nghiệm 2: Lấy 5,97 lít khí A cho đi qua Cu bột dư thu được khí C.

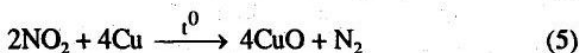
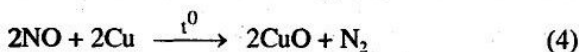
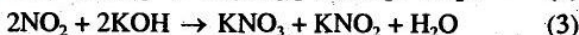
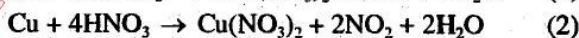
1/ Tính a.

2/ Tính thể tích dung dịch KOH và nồng độ mol/lít của dung dịch B.

3/ Tính thể tích khí C thu được (các thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn).

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:



Gọi số mol Cu tham gia phản ứng (1) là x, tham gia phản ứng (2) là y.

$$\begin{cases} (x + y) \cdot 64 = 30 \cdot \frac{2x}{3} + 46 \cdot 2y \\ \frac{2x}{3} + 2y = 0,2665 \end{cases}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Giải được $x = 0,07$; $y = 0,11$.

1/ Tính a: $a = 11,52$ gam.

2/ Số mol NO_2 tham gia phản ứng (3): $0,11 \cdot 4 = 0,44$ (mol)

$\Rightarrow$ Số mol KOH tham gia phản ứng: $0,44$ mol

$\Rightarrow$ Thể tích dung dịch KOH $0,5\text{M} = \frac{0,44}{0,5} = 0,88$ (lít)

Nồng độ các muối trong dung dịch B:

$$[\text{KNO}_2] = [\text{KNO}_3] = \frac{0,44}{0,88 \cdot 2} = 0,25 \text{ (M)}$$

3/ Theo các phương trình (4), (5):

$$\text{Số mol } \text{N}_2 = \frac{1}{2} \text{ số mol } (\text{NO}, \text{NO}_2) = \frac{1}{2} \left(\frac{0,07 \cdot 2}{3} + 0,11 \cdot 2 \right) = 0,13335 \text{ (mol)}$$

Thể tích khí N_2 (đktc) $= 0,13335 \cdot 22,4 = 2,987$ (lít).

27. Cho hỗn hợp A gồm 3 oxit của sắt (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 và FeO) với số mol bằng nhau.

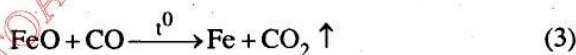
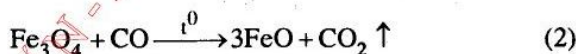
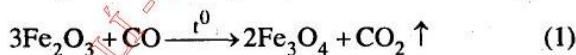
Lấy m_1 gam A cho vào một ống sứ chịu nhiệt, nung nóng nó rồi cho một luồng khí CO đi qua ống. CO phản ứng hết, toàn bộ khí CO_2 ra khỏi ống được hấp thụ hết vào bình đựng lượng dư dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$, thu được m_2 gam kết tủa trắng. Chất rắn còn lại trong ống sứ sau phản ứng có khối lượng là $19,20$ gam gồm Fe , FeO và Fe_3O_4 . Cho hỗn hợp này vào tác dụng hết với dung dịch HNO_3 , đun nóng được $2,24$ lít khí NO duy nhất (đktc).

1. Viết phương trình phản ứng xảy ra.

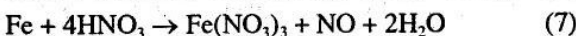
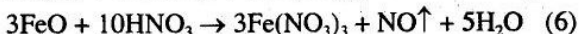
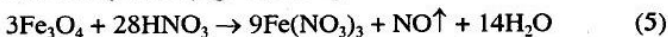
2. Tính khối lượng m_1 , m_2 và số mol HNO_3 đã phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Các phương trình phản ứng:



Chất rắn còn lại tác dụng với HNO_3 :



2. Gọi x là số mol của mỗi oxit trong hỗn hợp A, gọi y là số mol CO tham gia 3 phản ứng (1), (2), (3).

Ta có số mol của Fe trong hỗn hợp A là: $n_{\text{Fe}} = 2x + 3x + x = 6x$

Gọi a, b, c lần lượt là số mol của Fe, FeO, Fe₃O₄ trong hỗn hợp chất rắn.

Theo các phương trình (5), (6), (7), dựa vào số mol NO thoát ra, ta có phương trình:

$$a + \frac{1}{3}b + \frac{1}{3}c = \frac{2,24}{22,4} = 0,1$$

hay $3a + b + c = 0,3$ (a)

Dựa vào khối lượng hỗn hợp rắn ta có phương trình:

$$56a + 72b + 232c = 19,2$$

hay $7a + 9b + 29c = 2,4$ (b)

Từ (a) và (b) ta có:

$$10a + 10b + 30c = 2,7$$

hay $a + b + 3c = 0,27$

Theo định luật bảo toàn nguyên tố, ta có số mol Fe trong hỗn hợp A bằng số mol

Fe trong hỗn hợp rắn: $n_{\text{Fe}} = a + b + 3c = 6x = 0,27 \Rightarrow x = 0,045$

Vậy khối lượng hỗn hợp A là: $m_1 = 160x + 232x + 72x = 20,88$ (g)

Theo các phương trình (1), (2) và (3): $m_A + m_{\text{CO}} = m_R + m_{\text{CO}_2}$

hay $20,88 + 28y = 19,2 + 44y \Rightarrow y = 0,105$

Vậy khối lượng kết tủa trắng: $m_2 = 0,105 \cdot 197 = 20,685$ (g)

– Tổng số mol Fe(NO₃)₃ tạo thành ở các phản ứng (5), (6), (7) là:

$$n_{\text{Fe(NO}_3)_3} = 2x + 3x + x = 6x$$

Số mol HNO₃ tạo ra muối Fe(NO₃)₃ là: $6x \cdot 3 = 18x = 0,81$ (mol)

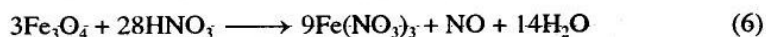
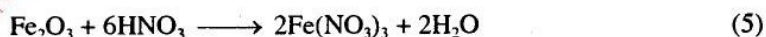
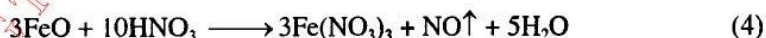
Số mol HNO₃ tạo ra 0,1 mol NO là 0,1 mol

Vậy tổng số mol HNO₃ cần là: $0,81 + 0,1 = 0,91$ (mol).

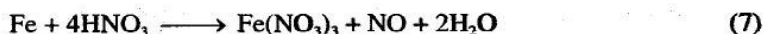
28. Để m gam phối bào sắt (A) ngoài không khí, sau một thời gian biến thành hỗn hợp chất rắn B (gồm Fe và các oxit sắt). Cho B tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO₃ thu được 2,24 lít NO (đktc). Viết các phương trình hoá học của các phản ứng đã xảy ra và tính giá trị của m.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Các phương trình hoá học.



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

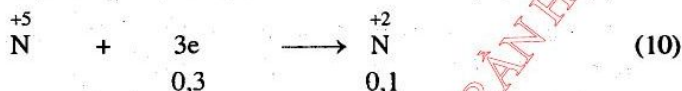
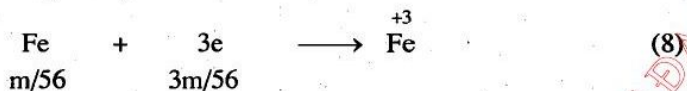


+ Ta có: $n(\text{NO}) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ (mol)}$

Theo định luật bảo toàn khối lượng đối với (1), (2), (3):

$$m(\text{Fe}) + m(\text{O}) = m(\text{hỗn hợp sau phản ứng}) = 12 \text{ gam.}$$

Từ các phương trình ta có:



Từ (8), (9), (10): $3m/56 = (12 - m)/8 + 0,3 \Rightarrow m = 10,08$.

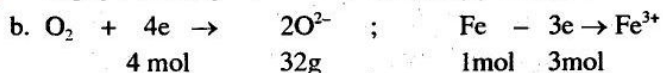
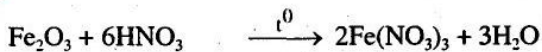
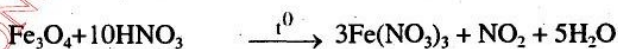
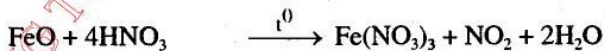
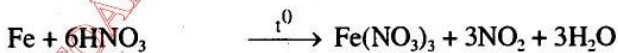
29. Đốt nóng 56g Fe trong không khí, sau một thời gian thu được hỗn hợp rắn A gồm Fe, FeO, Fe₃O₄ và Fe₂O₃. Hoà tan A trong dung dịch HNO₃ đặc nóng, vừa đủ thu được dung dịch B và 13,44 lít (0°C, 1 atm) khí duy nhất màu nâu đỏ.

a) Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

b) Tính khối lượng rắn A.

c) Trộn lẫn dung dịch B với dung dịch Al₂(SO₄)₃ chứa 342 gam chất tan thu được dung dịch C. Tính lượng Ba(OH)₂ cần thêm vào dung dịch C để lượng kết tủa thu được đạt cực đại và cực tiểu? Tính lượng kết tủa đó.

Phân tích và hướng dẫn giải

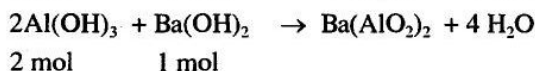
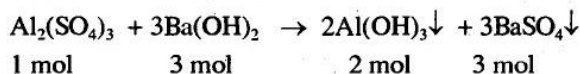
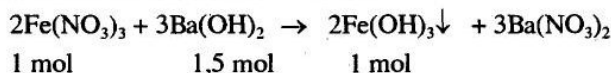


$$\left(\frac{m_A - 56}{8} \right) \text{mol} \quad (m_A - 56) \text{gam}$$



Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có: $\frac{m_A - 56}{8} + 0,6 = 3 \Rightarrow m_A = 75,2\text{g}$.

c. Theo bài ra: Số mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 1\text{ mol}$.



Để kết tủa cực đại $\Rightarrow$ Số mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$: $1,5 + 3 = 4,5\text{ mol}$.

Khối lượng kết tủa cực đại: $1 \cdot 107 + 3 \cdot 233 + 2 \cdot 78 = 962\text{g}$.

Để kết tủa cực tiểu $\Rightarrow$ Số mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$: $1,5 + 3 + 1 = 5,5\text{ mol}$

Khối lượng kết tủa cực tiểu: $1 \cdot 107 + 3 \cdot 233 = 806\text{g}$.

30. Cho 1,82 gam hỗn hợp bột X gồm Cu và Ag (tỉ lệ số mol tương ứng 4:1) vào 30 ml dung dịch gồm H_2SO_4 0,5M và HNO_3 2M, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được a mol khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Trộn a mol NO trên với 0,1 mol O_2 thu được hỗn hợp khí Y. Cho toàn bộ Y tác dụng với H_2O , thu được 150 ml dung dịch có pH = z. Tính z.

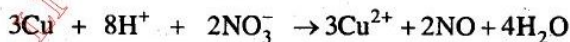
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,015(\text{mol})$; $n_{\text{HNO}_3} = 0,06(\text{mol})$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,015 \cdot 2 + 0,06 = 0,09(\text{mol}); n_{\text{NO}_3^-} = 0,06(\text{mol})$$

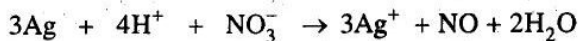
Trong X: $\text{Cu}(4x\text{ mol}); \text{Ag}(x\text{ mol})$.

Ta có: $4x \cdot 64 + x \cdot 108 = 1,82 \Rightarrow 364x = 1,82 \Rightarrow x = 0,005$



Phản ứng: 0,02 $\rightarrow$ 0,16/3 $\rightarrow$ 0,04/3 $\rightarrow$ 0,04/3

Còn: 0 0,11/3 0,14/3

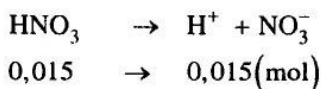
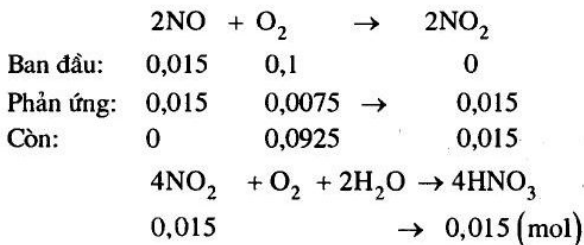


Ban đầu: 0,005 0,11/3 0,14/3

Phản ứng: 0,005 $\rightarrow$ 0,005/3

$$\Rightarrow a = 0,04/3 + 0,005/3 = 0,045/3 = 0,015(\text{mol})$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



$$\Rightarrow [\text{H}^+] = 0,015 / 0,15 = 0,1\text{M} \Rightarrow \text{pH} = \text{p} = 1$$

31. Cho 7,68 gam Cu vào 200 ml dung dịch gồm HNO_3 0,6M và H_2SO_4 0,5M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn (sản phẩm khử duy nhất là NO), cô cạn cẩn thận toàn bộ dung dịch sau phản ứng thì khối lượng muối khan thu được bằng bao nhiêu?

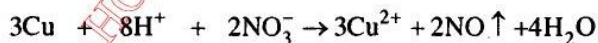
Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{Cu}} = 7,68 / 64 = 0,12 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,2.0,6 = 0,12 \text{ (mol)}; n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,2.0,5 = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,12 + 0,1.2 = 0,32 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{NO}_3^-} = 0,12 \text{ (mol)}; n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,1 \text{ (mol)}$$



$$\text{Phản ứng: } 0,12 \rightarrow 0,32 \rightarrow 0,08 \rightarrow 0,12$$

$$\text{Còn: } 0 \quad 0 \quad 0,04 \quad 0,12$$

$$\text{Khối lượng muối thu được: } m = m_{\text{Cu}^{2+}} + m_{\text{NO}_3^-(\text{Cl})} + m_{\text{SO}_4^{2-}}$$

$$\Rightarrow m = 7,68 + 0,04.62 + 0,1.96 = 19,76 \text{ (gam)}$$

32. Cho 18,4 gam hỗn hợp X gồm Cu_2S , CuS , FeS_2 và FeS tác dụng hết với HNO_3 (đặc nóng, dư) thu được V lít khí chỉ có NO_2 (ở đktc, sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch Y. Cho toàn bộ Y vào một lượng dư dung dịch BaCl_2 , thu được 46,6 gam kết tủa; còn khi cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch NH_3 dư thu được 10,7 gam kết tủa. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{BaSO}_4 \downarrow} = 46,6 / 233 = 0,2 \text{ (mol)}; n_{\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow} = 10,7 / 107 = 0,1 \text{ (mol)}$$

Quy đổi hỗn hợp X thành x mol Fe; y mol Cu và z mol S

$$\Rightarrow 56x + 64y + 32z = 18,4 \quad (1)$$

Mặt khác: $z = n_S = n_{BaSO_4} = 0,2$ (bảo toàn nguyên tố lưu huỳnh)

Ta lại có: $x = n_{Fe} = n_{Fe(OH)_3} = 0,1$ (bảo toàn nguyên tố sắt)

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow y = \frac{18,4 - 56 \cdot 0,1 - 32 \cdot 0,2}{64} = 0,1$$

Tổng số mol electron do $Fe \xrightarrow{+3} Fe^{3+}; Cu \xrightarrow{2+} Cu^{2+}$

$$S \xrightarrow{+6} S^{6+} \text{ là } n_e(\text{cho}) = 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 6 = 1,7 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \text{Tổng số mol electron do } N \xrightarrow{+5} N^{5+} \text{ là } 1,7 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{NO_2} = 1,7 \text{ (mol)} \Rightarrow V_{NO_2} = 1,7 \cdot 22,4 = 38,08 \text{ (l)}$$

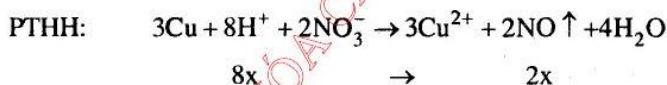
33. Cho Cu (dư) tác dụng với 400 ml dung dịch X chứa hỗn hợp HCl, HNO₃, H₂SO₄ (trong đó $n_{HCl} : n_{HNO_3} : n_{H_2SO_4} = 1 : 5 : 1$), sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thấy thoát ra 22,4 ml khí bị hoá nâu trong không khí (sản phẩm khử duy nhất, đo ở đktc). Tính pH của dung dịch X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khí bị hoá nâu trong không khí là NO: $n_{NO} = 0,001 \text{ (mol)}$;

$$\text{Gọi } n_{HCl} = x \text{ (mol)} \Rightarrow n_{HNO_3} = 5x \text{ (mol)}; n_{H_2SO_4} = x \text{ (mol)}$$

$$n_{H^+} = x + 5x + 2x = 8x \text{ (mol)}; n_{NO_3^-} = 5x \text{ (mol)}$$



Vì $8x / 8 < 5x / 2 \Rightarrow H^+$ phản ứng hết (NO_3^- còn dư).

$$\text{Theo PTHH: } 2x = 0,001 \Rightarrow 8x = 0,004$$

$$\Rightarrow [H^+] = 0,004 / 0,4 = 0,01 = 10^{-2} M \Rightarrow pH = -\lg[H^+] = -\lg(10^{-2}) = 2,0$$

34. Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp 3 kim loại bằng dung dịch HNO₃ thu được V lít hỗn hợp khí D (đktc) gồm NO và NO₂. Tỷ khối của D so với H₂ là 18,2. Giả thiết không có phản ứng tạo NH₄NO₃. Tính tổng khối lượng muối trong dung dịch thu được theo m và V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi x, y lần lượt là số mol NO, NO₂ trong hỗn hợp D. Ta có.

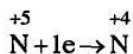
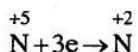
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\frac{30x + 46y}{x + y} = 18,2 \cdot 2 = 36,4$$

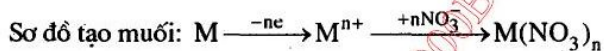
$$\Rightarrow 30x + 46y = 36,4x + 36,4y \Rightarrow x = 1,5y.$$

$$\text{Mặt khác: } x + y = \frac{V}{22,4} \Rightarrow 2,5y = \frac{V}{22,4} \Rightarrow y = \frac{V}{56}$$

Quá trình cho – nhận electron:



$$\Rightarrow \text{Số electron trao đổi: } 3x + y = 5,5y = \frac{5,5V}{56}$$



$$\Rightarrow \text{Số mol NO}_3^- \text{ tạo muối nitrat: } n_{\text{NO}_3^-} = \frac{5,5 \cdot V}{56}$$

$$\text{Vậy khối lượng muối bằng: } m = m_{\text{KL}} + m_{\text{NO}_3^-}$$

$$\Rightarrow m + \frac{55 \cdot V}{56} \cdot 62 = (m + 6,089V) \text{ gam}$$

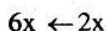
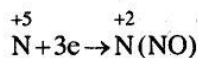
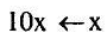
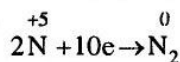
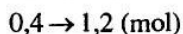
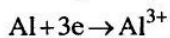
35. Cho 10,8 gam bột Al tan hoàn toàn trong dung dịch HNO₃ thấy thoát ra 3 khí N₂, NO và N₂O có tỉ lệ mol tương ứng là 1: 2: 1. Trong dung dịch thu được không có NH₄NO₃. Tính thể tích 3 khí trên (đktc).

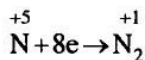
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra $n_{\text{Al}} = 0,4 \text{ (mol)}$

Gọi x là số mol N₂ $\Rightarrow n_{\text{NO}} = 2x; n_{\text{N}_2\text{O}} = x \text{ (mol)}$

Các quá trình nhường – nhận electron:





Theo nguyên tắc bảo toàn electron: $1,2 = 10x + 6x + 8x = 24x$

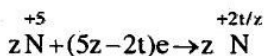
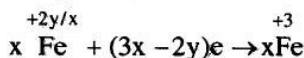
$$\Rightarrow x = 0,05 \text{ (mol)}$$

Vậy $V = (x + 2x + x) \cdot 22,4 = 4 \cdot 0,05 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ (lít)}$.

36. Hoà tan hết 0,03 mol một oxit sắt có công thức Fe_xO_y vào dung dịch HNO_3 loãng dư thu được 0,01 mol một oxit nitơ có công thức N_zO_t (sản phẩm khử duy nhất). Tìm mối quan hệ giữa x , y , z và t .

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có các quá trình nhường – nhận electron như sau:



Theo nguyên tắc bảo toàn electron ta có: $0,03 \cdot (3x - 2y) = 0,1 \cdot (5z - 2t)$

$$\Rightarrow 9x - 6y = 5z - 2t$$

37. Hoà tan hoàn toàn 13,5 gam bột Al vào dung dịch HNO_3 loãng dư, sau các phản ứng hoàn toàn thu được 5,6 lít hỗn hợp 2 khí NO và N_2O (đktc). Trong dung dịch không có NH_4NO_3 . Khối lượng dung dịch sau phản ứng thay đổi như thế nào so với khối lượng dung dịch HNO_3 ban đầu?

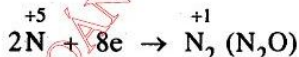
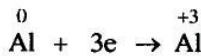
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{Al}} = 13,5/27 = 0,5 \text{ (mol)}$; $n_{\text{NO}, \text{N}_2\text{O}} = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ (mol)}$

Gọi a , b lần lượt là số mol NO, N_2O .

$$\text{Ta có: } a + b = 0,25 \quad (1)$$

Các bán phản ứng oxi hoá – khử:



Theo nguyên tắc bảo toàn electron, ta có: $1,5 = 3a + 8b \quad (2)$

Từ (1,2) ta có: $a = 0,1$, $b = 0,15$.



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Theo định luật bảo toàn khối lượng: $m_{Al} + m_{ddHNO_3} = m_{ddsau} + m_{NO} + m_{N_2O}$

$$\Rightarrow 13,5 + m_{ddHNO_3} = m_{ddsau} + 0,1.30 + 0,15.44$$

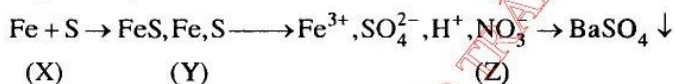
$$\Rightarrow m_{ddsau} - m_{ddHNO_3} = 13,5 - 3 - 6,6 = 3,9 \text{ (gam)}.$$

38. Nung 1,92 gam hỗn hợp bột X gồm Fe và S trong bình kín không có không khí, sau một thời gian thu được chất rắn Y. Hoà tan hết Y trong dung dịch HNO_3 đặc, nóng, dư thu được dung dịch Z và V lít khí thoát ra (đktc). Cho Z tác dụng với dung dịch $BaCl_2$ dư thu được 5,825 gam kết tủa. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{BaSO_4 \downarrow} = \frac{5,825}{233} = 0,025 \text{ (mol)}$

Sơ đồ phản ứng:

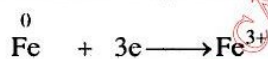


Ta thấy: $n_{S(X)} = n_{BaSO_4} = 0,025 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow m_{S(X)} = 0,025.32 = 0,8 \text{ (gam)} \Rightarrow m_{Fe(X)} = 1,92 - 0,8 = 1,12 \text{ (gam)}$$

$$\Rightarrow n_{Fe(X)} = 1,12 / 56 = 0,02 \text{ (mol)}$$

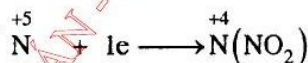
Quá trình cho – nhận electron:



$$0,02 \rightarrow 0,06$$



$$0,025 \rightarrow 0,15$$



$$\frac{V}{22,4} \leftarrow \frac{V}{22,4}$$

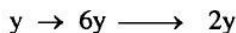
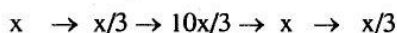
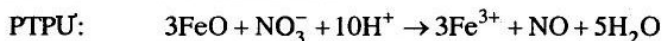
Theo nguyên tắc bảo toàn electron, ta có: $0,06 + 0,15 = \frac{V}{22,4} \Rightarrow V = 4,704 \text{ (lít)}.$

39. Hoà tan hết 5,36 gam hỗn hợp FeO , Fe_2O_3 và Fe_3O_4 trong dung dịch chứa 0,03 mol HNO_3 và 0,18 mol H_2SO_4 , kết thúc phản ứng thu được dung dịch X và 0,01 mol khí NO . Cho 0,02 mol bột Cu tác dụng hết với $\frac{1}{2}$ dung dịch X, thu được dung dịch Y. Tính khối lượng $Fe_2(SO_4)_3$ chứa trong dung dịch Y (biết NO là sản phẩm khử duy nhất).

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{NO}_3^-} = 0,03 \text{ (mol)}$; $n_{\text{H}^+} = 0,03 + 0,18.2 = 0,39 \text{ (mol)}$

Vì $\text{Fe}_3\text{O}_4 \equiv \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ nên có thể coi hỗn hợp FeO , Fe_2O_3 và Fe_3O_4 là hỗn hợp FeO ($x \text{ mol}$) và Fe_2O_3 ($y \text{ mol}$).



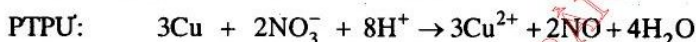
Theo bài ra, ta có: $72x + 160y = 5,36$

$$x/3 = 0,01$$

$$\Rightarrow x = 0,03; y = 0,02$$

Trong dung dịch X có: $0,07 \text{ mol Fe}^{3+}$; $0,02 \text{ mol NO}_3^-$ và $0,27 \text{ mol H}^+$

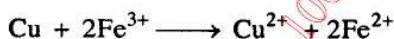
$\Rightarrow 1/2$ dung dịch X có: $0,035 \text{ mol Fe}^{3+}$; $0,01 \text{ mol NO}_3^-$ và $0,135 \text{ mol H}^+$



Ban đầu: $0,02 \quad 0,01 \quad 0,135$

Phản ứng: $0,015 \leftarrow 0,01 \rightarrow 0,04$

Còn: $0,005 \quad 0 \quad 0,095$



Ban đầu: $0,005 \quad 0,035$

Phản ứng: $0,005 \rightarrow 0,01$

Còn: $0 \quad 0,025 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,025 \text{ (mol)} \Rightarrow m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,025.400 = 10 \text{ (gam)}$$

Chú ý: – Quy đổi $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$

– Ion $\text{NO}_3^- / \text{H}^+$ có tính oxi hoá mạnh hơn Fe^{3+}

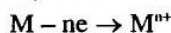
– Dung dịch Y hết ion NO_3^- (bị khử thành NO) nên trong Y có $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 và H_2SO_4 .

40. Hoà tan hết 52 gam kim loại M trong 739 gam dung dịch HNO_3 , kết thúc phản ứng thu được 0,2 mol NO ; 0,1 mol N_2O và 0,02 mol N_2 . Biết không có phản ứng tạo muối NH_4NO_3 và HNO_3 đã lấy dư 15% so với lượng cần thiết.

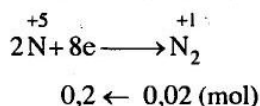
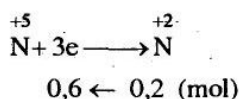
Xác định kim loại M và nồng độ phần trăm của HNO_3 ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

Sơ đồ cho – nhận electron



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



Theo nguyên tắc bảo toàn electron, thì: $n_{\text{x}} = 0,6 + 0,8 + 0,2 = 1,6 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow x = 0,16 / n \text{ (mol)}$$

$$\text{Suy ra: } M_M = \frac{52}{x} = \frac{52n}{1,6} = 32,5n$$

Giá trị thoả mãn là $n = 2$, $M_M = 65 \text{ (Zn)}$

$$n_{\text{Zn}} = \frac{52}{65} = 0,8 \text{ (mol)} \Rightarrow n_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2} = 0,8 \text{ (mol)}$$

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho nguyên tố nitơ, ta có:

$$n_{\text{N}(\text{HNO}_3)} = n_{\text{N}(\text{NO})} + n_{\text{N}(\text{N}_2\text{O})} + n_{\text{N}(\text{N}_2)} + n_{\text{N}(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = 0,2.1 + 0,1.2 + 0,02.2 + 0,8.2 = 2,04 \text{ (mol)}$$

$$\text{Vì HNO}_3 \text{ lấy dư 15\% nên: } n_{\text{HNO}_3 \text{ (thực tế)}} = \frac{2,04 \cdot (100 + 15)}{100} = 2,346 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow m_{\text{HNO}_3 \text{ (thực tế)}} = 2,346 \cdot 63 = 147,798 \text{ (g)}$$

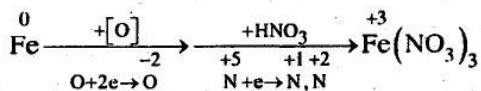
$$\Rightarrow C\%(\text{ddHNO}_3) = \frac{147,798}{739} \cdot 100\% = 20\%$$

Vậy M là Zn và $C\%(\text{HNO}_3) = 20\%$

41. Cho 13,12 gam hỗn hợp X gồm Fe, Fe_3O_4 , Fe_2O_3 vào dung dịch HNO_3 loãng, dư thu được sản phẩm khử gồm hai khí NO, N_2O có thể tích V lít (đktc) và có tỉ khối so với H_2 là 18,5. Mặt khác nếu cho cùng lượng X trên tác dụng với khí CO dư thì sau khi phản ứng hoàn toàn thu được 9,8 gam Fe. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

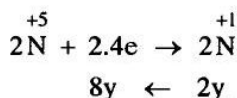
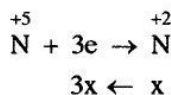
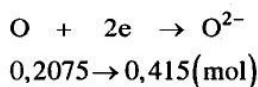
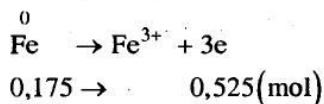
Ta có sơ đồ sau:



$$m_{[\text{O}]} = 13,12 - 9,8 = 3,32 \text{ (g)} \Rightarrow n_{[\text{O}]} = 0,2075 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{Fe}} = 9,8 / 56 = 0,175 \text{ (mol)}$$

Quá trình cho – nhận electron:



$$\Rightarrow 0,415 + 3x + 8y = 0,525 \Rightarrow 3x + 8y = 0,11 \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác: } \frac{30x + 44y}{x + y} = 18,5.2 = 37$$

$$\Rightarrow 7x = 7y \Rightarrow x = y \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow x = y = 0,01$$

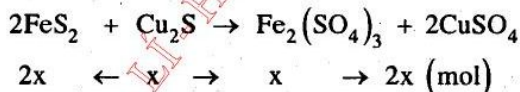
$$\text{Vậy } V = (x + y).22,4 = (0,01 + 0,01).22,4 = 0,448(1)$$

42. Hoà tan hết m gam hỗn hợp FeS_2 và Cu_2S trong dung dịch HNO_3 , sau các phản ứng hoàn toàn thu được dung dịch X chỉ có 2 chất tan, với tổng khối lượng các chất tan là 72 gam. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Vì chỉ thu được hai chất tan trong dung dịch sau phản ứng $\Rightarrow$ Hai chất tan đó là CuSO_4 và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$:

Sơ đồ phản ứng:



$$\text{Theo bài ra: } 400.x + 160.2x = 72$$

$$\Rightarrow 720x = 72 \Rightarrow x = 0,1$$

$$\text{Vậy: } m = 2.0,1.120 + 0,1.160 = 40(\text{g}).$$

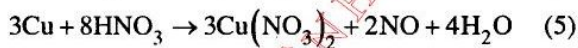
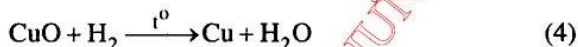
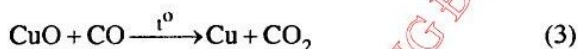
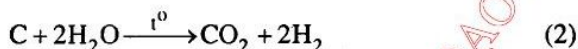
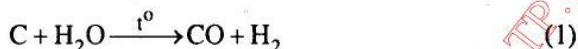
43. Cho hơi nước đi qua than nóng đỏ, thu được 15,68 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm CO , CO_2 và H_2 . Cho toàn bộ X tác dụng hết với CuO (dư) nung nóng, thu được hỗn hợp chất rắn Y. Hòa tan toàn bộ Y bằng dung dịch HNO_3 (loãng, dư) được 8,96 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

- Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra.
- Tính phần trăm thể tích khí CO trong X.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. PTHH:



$$2. \text{ Theo bài ra: } n_{\text{X}} = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ (mol)}; n_{\text{NO}} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ (mol)}$$

Gọi a, b lần lượt là số mol của CO và CO₂ trong 15,68 lít hỗn hợp X (đktc)⇒ Số mol của H₂ có trong 15,68 lít hỗn hợp X (đktc) là (a + 2b)

$$\Rightarrow a + b + a + 2b = 2a + 3b = 0,7 \quad (*)$$

Mặt khác, theo định luật bảo toàn electron ta có:

$$n_{\text{CO}} + n_{\text{H}_2} = \frac{3n_{\text{NO}}}{2} \Rightarrow a + a + 2b = 2a + 2b = \frac{0,4 \cdot 3}{2} = 0,6 \quad (**)$$

Từ (*) và (**) ⇒ a = 0,2; b = 0,1.

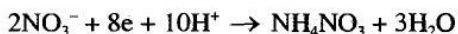
Vậy:

$$\%V_{\text{CO}} = 0,2 / 0,7 = 28,57\%$$

Chuyên đề 10. SẢN PHẨM KHỬ CÓ NH_4NO_3

A. LÝ THUYẾT

Khi các kim loại mạnh tác dụng với axit nitric HNO_3 , nếu đề bài không nói rõ các oxit của nitơ là sản phẩm khử duy nhất thì sản phẩm khử còn có thể có muối amoni nitrat NH_4NO_3 .



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Cho 2,16 gam hỗn hợp gồm Al và Mg tan hết trong dung dịch axit HNO_3 loãng, đun nóng nhẹ tạo ra dung dịch A và 448 ml (đo ở 354,9K và 988 mmHg) hỗn hợp khí B gồm 2 khí không màu, không đổi màu trong không khí. Tỉ khối của B so với oxi bằng 0,716 lần tỉ khối của CO_2 so với nitơ. Làm khan A một cách cẩn thận thu được chất rắn D, nung D đến khối lượng không đổi thu được 3,84 gam chất rắn E. Tính khối lượng D và thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu.

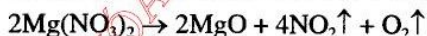
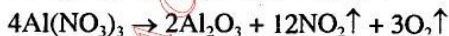
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo giả thiết thì B chứa N_2 và N_2O

$$\text{Ta có } \begin{cases} n_{\text{N}_2\text{O}} + n_{\text{N}_2} = 0,448 \cdot (988 / 760) / (0,082 \cdot 354,9) = 0,02 \\ n_{\text{N}_2\text{O}} \cdot 44 + n_{\text{N}_2} \cdot 28 = 0,02 \cdot 32 \cdot 0,716 \cdot 44 / 28 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,01 \\ n_{\text{N}_2} = 0,01 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Số mol electron nhận để tạo ra 2 khí này là: $0,01 \cdot (10 + 8) = 0,18 \text{ mol (I)}$

$\Rightarrow$ D có $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ có thể có NH_4NO_3 .



$\Rightarrow$ E chỉ có Al_2O_3 và MgO .

+ Gọi x, y lần lượt là số mol của Al và Mg ta có hệ:

$$\begin{cases} 27x + 24y = 2,16 \\ 102 \cdot \frac{x}{2} + 40y = 3,84 \end{cases}$$

$\Rightarrow x = n_{\text{Al}} = 0,04 \text{ mol}$ và $y = n_{\text{Mg}} = 0,045 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ số mol electron cho = $0,04 \cdot 3 + 0,045 \cdot 2 = 0,21 \text{ mol}$

(II)

+ Từ (I, II) suy ra phải có NH_4NO_3 .

Từ đó dễ dàng tính được kết quả sau:

– D gồm: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (8,52 gam); $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (6,66 gam);

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học – Vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

NH_4NO_3 (0,3 gam) = 15,48 gam.

– Hỗn hợp ban đầu có 50% lượng mỗi kim loại.

2. Hòa tan hết 31,89 gam hỗn hợp A gồm 2 kim loại Al và Mg trong lượng dư dung dịch HNO_3 loãng, thu được 10,08 lít (đktc) hỗn hợp khí X (gồm NO và N_2O) và dung dịch Y. Tỉ khối hơi của X so với khí hydro là 59/3. Cô cạn dung dịch Y thu được 220,11 gam muối khan. Tính phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp A.

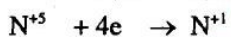
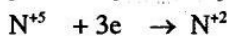
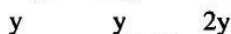
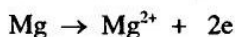
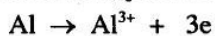
Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt số mol của NO và N_2O lần lượt là a và b, ta có:

$$\begin{cases} a + b = \frac{10,08}{22,4} = 0,45 \\ 30a + 44b = \frac{59}{3} \cdot 2 \cdot 0,45 = 17,7 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,15 \\ b = 0,3 \end{cases}$$

Đặt số mol của Al và Mg lần lượt là x và y, ta có: $27x + 24y = 31,89$ (1)

Khi cho hỗn hợp A tác dụng với dung dịch HNO_3 :



Nếu sản phẩm khử chỉ có NO và N_2O thì:

$$m_{\text{muối}} = 31,89 + 62 \cdot (0,45 + 2,4) = 208,59 \text{ gam} < 220,11 \text{ gam: Vô lí}$$

$\Rightarrow$ có muối NH_4NO_3 tạo thành trong dung dịch Y



$$\text{Ta có: } 3x + 2y = 0,45 + 2,4 + 8z \text{ hay } 3x + 2y - 8z = 2,85 \quad (2)$$

$$\text{Mặt khác: } 213x + 148y + 80z = 220,11 \quad (3)$$

Giải hệ (1), (2), (3) ta được: $x = 0,47$; $y = 0,8$; $z = 0,02$

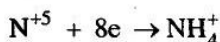
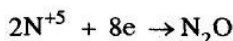
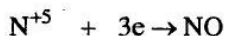
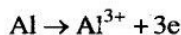
$$\text{Vậy: } \% \text{Al} = \frac{0,47 \cdot 27 \cdot 100\%}{31,89} = 39,79\%$$

$$\% \text{Mg} = 100\% - 39,79 = 60,21\%$$

3. Hỗn hợp A gồm Mg, Al, Zn. Hòa tan hoàn toàn 7,5 gam A trong dung dịch HNO_3 , sau khi phản ứng kết thúc thu được dung dịch B và 1,12 lít hỗn hợp khí NO và N_2O có số mol bằng nhau. Cô cạn dung dịch B thu được 31,75 gam muối. Tính thể tích dung dịch HNO_3 0,5M tối thiểu để hòa tan hoàn toàn A.

Phân tích và hướng dẫn giải

Số mol hỗn hợp khí = 0,05 mol; số mol mỗi khí = 0,025 mol.



Ta có: $2a + 3b + 2c = 0,275 + 8x$

$$31,75 = 7,5 + 62 \cdot (0,275 + 8x) + 80x \rightarrow x = 0,0125$$

Số mol HNO_3 tham gia phản ứng = số mol HNO_3 tạo khí + số mol HNO_3 tạo muối = $0,025 + 0,05 + 0,275 + 8 \cdot 0,0125 = 0,475$ (mol)

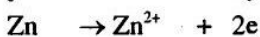
$$\rightarrow V_{\text{HNO}_3} = \frac{0,475}{0,5} = 0,95(1).$$

4. Hòa tan hoàn toàn 30,0 gam hỗn hợp X gồm Mg, Al, Zn trong dung dịch HNO_3 , sau khi phản ứng kết thúc thu được dung dịch Y và hỗn hợp khí gồm 0,1 mol N_2O và 0,1 mol NO. Cô cạn cẩn thận dung dịch sau phản ứng thu được 127 gam muối. Tính số mol HNO_3 tối thiểu cần để tham gia các phản ứng trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt số mol Mg, Al, Zn lần lượt là x, y, z mol.

Các bán phản ứng:



Tổng số mol electron chất khử nhường là $2x + 3y + 2z$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học – Vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

Các muối tạo ra là $Mg(NO_3)_2$: x mol, $Al(NO_3)_3$: y mol, $Zn(NO_3)_2$: z mol số mol gốc NO_3^- trong muối = $2x + 3y + 2z$

Giả sử sản phẩm khử HNO_3 chỉ có N_2O và NO thì tổng số mol electron chất oxi hóa nhận là: $0,1 \cdot 8 + 0,1 \cdot 3 = 1,1$ mol

Phương trình bảo toàn electron: $2x + 3y + 2z = 1,1$

→ số mol gốc NO_3^- trong muối = $2x + 3y + 2z = 1,1$

Vậy khối lượng muối khan thu được là:

$$m_{\text{muối}} = m_{\text{KL}} + m_{\text{nitrat}} = 30 + 62 \cdot 1,1 = 98,2 \text{ gam} < 127 \text{ (theo bài cho)}$$

Chúng ta ngoài N_2O và NO , sản phẩm khử HNO_3 còn có NH_4NO_3

Gọi số mol NH_4NO_3 tạo ra là a mol;

Số mol electron mà chất oxi hóa nhận là: $0,1 \cdot 8 + 0,1 \cdot 3 + 8a = 1,1 + 8a$

Phương trình bảo toàn electron: $2x + 3y + 2z = 1,1 + 8a$

→ số mol gốc NO_3^- trong muối $Mg(NO_3)_2 + Al(NO_3)_3 + Zn(NO_3)_2$

$$= 2x + 3y + 2z = 1,1 + 8a$$

Khối lượng muối tạo thành = khối lượng $Mg(NO_3)_2 + Al(NO_3)_3 + Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 = 30 + 62 \cdot (1,1 + 8a) + 80a = 127 \Rightarrow a = 0,05$ mol

Bảo toàn nguyên tố nitơ, ta có:

Số mol HNO_3 cần phản ứng = số mol NO_3^- trong muối 3 kim loại + số mol N trong N_2O , NO , $NH_4NO_3 = 1,1 + 8 \cdot 0,05 + 0,1 \cdot 2 + 0,1 + 0,05 \cdot 2 = 1,9$ mol

5. Hòa tan hoàn toàn 25,3 gam hỗn hợp X gồm Mg, Al, Zn bằng dung dịch HNO_3 . Sau khi phản ứng kết thúc thu được dung dịch Y và 4,48 lít (đktc) khí Z (gồm hai hợp chất khí không màu) có khối lượng 7,4 gam. Cô cạn dung dịch Y thu được 122,3 gam hỗn hợp muối. Tính số mol HNO_3 đã tham gia phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

Z không màu $\Rightarrow$ không có NO_2

Các khí là hợp chất $\Rightarrow$ không có N_2

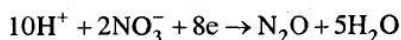
$\Rightarrow$ Hai hợp chất khí là N_2O và NO .

$$\text{Theo đề ta có: } \begin{cases} n_{N_2O} + n_{NO} = 4,48 / 22,4 \\ 44 \cdot n_{N_2O} + 30 \cdot n_{NO} = 7,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{N_2O} = 0,1 \text{ mol} \\ n_{NO} = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

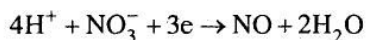
Hỗn hợp muối gồm $Mg(NO_3)_2$, $Zn(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$ và có thể có NH_4NO_3

Gọi số mol của NH_4NO_3 là x mol ($x \geq 0$).

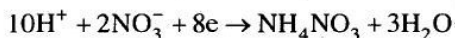
Ta có các quá trình nhận electron:



$$\begin{matrix} 1 & & 0,1 & 0,5 & (\text{mol}) \end{matrix}$$



$$0,4 \qquad \qquad \qquad 0,1 \quad 0,2 \quad (\text{mol})$$



$$10x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad 3x \quad (\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{HNO_3} = n_{H^+} = 1,4 + 10x \text{ (mol)}; n_{H_2O} = 0,7 + 3x \text{ (mol)}$$

Theo phương pháp bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_{\text{kim loại}} + m_{HNO_3} = m_{\text{muối}} + m_z + m_{H_2O}$$

$$\Leftrightarrow 25,3 + 63(1,4 + 10x) = 122,3 + 7,4 + 18(0,7 + 3x) \Rightarrow x = 0,05$$

$$\Rightarrow n_{HNO_3} = 1 + 0,4 + 10 \cdot 0,05 = 1,9 \text{ (mol)}.$$

6. Hòa tan hoàn toàn 12,42 gam Al bằng một lượng vừa đủ dung dịch HNO_3 loãng, thu được dung dịch X và 1,344 lít (ở đktc) hỗn hợp khí Y gồm hai khí là N_2O và N_2 . Tỉ khối của hỗn hợp khí Y so với khí H_2 là 18. Tính số mol HNO_3 đã dùng.

Phân tích và hướng dẫn giải

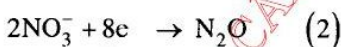
$$\overline{M}_{2\text{khí}} = 18 \cdot 2 = 36$$

Gọi a, b lần lượt là số mol của N_2O và N_2

$$\begin{cases} a + b = 0,06 \\ 44a + 28b = 2,16 \end{cases} \Rightarrow a = b = 0,03$$



$$0,46 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 1,38 \quad 1,38$$



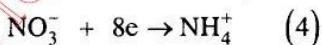
$$0,06 \quad 0,24 \quad 0,03$$



$$0,06 \quad 0,3 \quad 0,03$$

Do số mol electron Al nhường > tổng số mol electron HNO_3 nhận để tạo N_2O và N_2 nên số mol electron dư này HNO_3 sẽ nhận để tạo NH_4^+

$$\text{Số mol electron do } HNO_3 \text{ nhận tạo } NH_4^+ = 1,38 - (0,24 + 0,3) = 0,84 \text{ mol}$$



$$0,105 \quad 0,84 \quad 0,105$$

$$\Rightarrow n_{HNO_3\text{cần}} = n_{NO_3^-(\text{muối})} + n_{NO_3^-(\text{oxi hóa})}$$

$$= 1,38 + 0,105 + 0,06 + 0,06 + 0,105 = 1,71 \text{ mol}$$

Vậy: đã dùng 1,71 mol HNO_3 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học – Vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

7. Cho 29 gam hỗn hợp gồm Al, Cu và Ag tác dụng vừa đủ với 950 ml dung dịch HNO_3 1,5M, thu được dung dịch chứa m gam muối và 5,6 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm NO và N_2O . Tỉ khối của X so với H_2 là 16,4. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải**Cách 1:**

Theo bài ra: $n_{\text{HNO}_3} = 1,425$ (mol); $n_X = 0,25$ (mol)

* Xác định số mol NO, N_2O

$n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,05$; $n_{\text{NO}} = 0,2$ (sử dụng phương pháp đường chéo hoặc giải hệ).

* Gọi số mol NO_3^- tạo muối là x; số mol NH_4^+ trong muối là y.

– Nguyên tố nitơ được bảo toàn nên:

$$n_{\text{N}(\text{HNO}_3)} = n_{\text{N}(\text{N}_2\text{O})} + n_{\text{N}(\text{NO})} + n_{\text{N}(\text{NO}_3^-)} + n_{\text{N}(\text{NH}_4^+)}$$

$$\Rightarrow 1,425 = 0,05 \cdot 2 + 0,2 \cdot 1 + x \cdot 1 + y \cdot 1 \Rightarrow x + y = 1,125 \quad (1)$$

– Sơ đồ: $\text{KL} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{muối (KL)} + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NO} \uparrow + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{HNO}_3} - 4n_{\text{NH}_4^+}}{2} = \frac{1,425 - 4y}{2}$$

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \cdot (1,425 - 4y) = (12,825 - 36y)$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng, ta có:

$$29 + 1,425 \cdot 63 = 29 + 62x + 18y + 0,25 \cdot 16,4 \cdot 2 + 12,825 - 36y$$

$$\Rightarrow 62x - 18y = 68,75 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow x = 1,1125; y = 0,0125$$

$$\text{Vậy } m = m_{\text{KL}} + m_{\text{NO}_3^-} + m_{\text{NH}_4^+} = 29 + 1,1125 \cdot 62 + 0,0125 \cdot 18 = 98,20(\text{g})$$

Cách 2:

Đặt số mol HNO_3 là x.

+ Số mol NO_3^- tạo muối với ion kim loại:

$$\begin{aligned} n(\text{NO}_3^- \text{ tạo muối với ion kim loại}) &= 3n(\text{NO}) + 8n(\text{N}_2\text{O}) + 8n(\text{NH}_4\text{NO}_3) \\ &= 3 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,05 + 8x = 1 + 8x \end{aligned}$$

+ Vì nguyên tố nitơ được bảo toàn nên:

$$1,425 \cdot 1 = 2 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,2 + (1 + 8x) + 2x$$

Suy ra $x = 0,0125$ (mol).

Vậy khối lượng muối khan thu được:

$$m = m(\text{kim loại}) + m(\text{NO}_3^- \text{ tạo muối với ion kim loại}) + m(\text{NH}_4\text{NO}_3)$$

$$m = 29 + (1 + 8 \cdot 0,0125) \cdot 62 + 0,0125 \cdot 80 = 98,20(\text{gam}).$$

8. Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp gồm Zn, FeCO₃, Ag bằng dung dịch HNO₃ loãng, thu được hỗn hợp A gồm 2 khí không màu, trong đó có một khí hóa nâu trong không khí, tỉ khối của A so với hidro bằng 19,2 và dung dịch B. Cho B tác dụng với dung dịch NaOH dư, lọc kết tủa, nung đến khối lượng không đổi, phản ứng hoàn toàn, thu được 2,82 gam chất rắn. Biết rằng mỗi chất trong hỗn hợp chỉ khử HNO₃ tạo thành một sản phẩm khử và trong hỗn hợp số mol Zn bằng số mol FeCO₃. Xác định sản phẩm khử đã cho và tính số mol mỗi chất trong m gam hỗn hợp ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

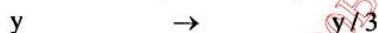
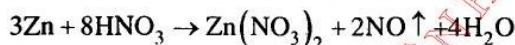
- * Hỗn hợp A gồm: CO₂ và NO.

Do Ag có tính khử yếu nên chỉ tạo NO.

Vì mỗi chất trong hỗn hợp chỉ tạo một chất sản phẩm khử nên Zn sẽ khử HNO₃ thành NO hoặc NH₄NO₃.

Gọi x là số mol Zn $\Rightarrow$ Số mol FeCO₃ = x, gọi là số mol Ag = y

- * Nếu Zn cũng khử HNO₃ tạo ra khí NO thì ta có:

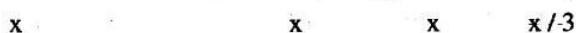
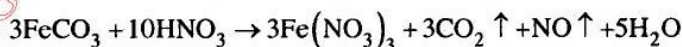
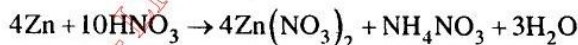


$\Rightarrow$ Khí tạo thành có: x mol CO₂ và $\frac{3x+y}{3}$ mol NO

- * Vì hỗn hợp khí có tỉ khối so với hidro là 19,2 nên $n(\text{CO}_2) = 1,5n_{\text{NO}}$

$$\Rightarrow x = 1,5 \cdot \frac{3x+y}{3} \Rightarrow y = -x \text{ (loại)}.$$

- * Do đó sản phẩm khử của Zn là: NH₄NO₃

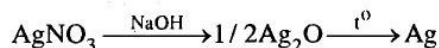
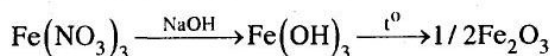


$\Rightarrow$ Khí tạo thành có x mol CO₂ và $\frac{x+y}{3}$ mol NO $\uparrow$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học – Vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

Vì số mol $\text{CO}_2 = 1,5.n_{\text{NO}}$. Nên $x = y$

* Khí B + NaOH dư và nung thì chất rắn chỉ có:



$0,5x \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 + y \text{ mol Ag}$. Vì $x = y$ nên ta có:

$$80x + 108x = 2,82 \Rightarrow x = 0,015 \text{ mol}$$

Vậy cả 3 chất trong hỗn hợp đã cho đều có số mol là 0,015 mol.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

9. Hòa tan hết 31,89 gam hỗn hợp A gồm 2 kim loại Al và Mg trong lượng dư dung dịch HNO_3 loãng thu được 10,08 lít (đktc) hỗn hợp khí X gồm NO, N_2O và dung dịch Y. Tỉ khối hơi của X so với khí hydro là $\frac{59}{3}$. Cô cạn dung dịch Y thu được 220,11 gam muối khan. Tính phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp A.

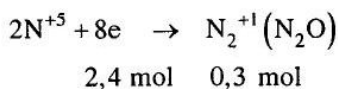
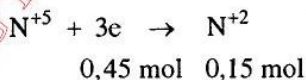
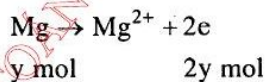
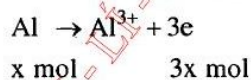
Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt số mol của NO và N_2O lần lượt là a và b, ta có:

$$\begin{cases} a + b = 0,45 \\ 30a + 44b = \frac{59}{3} \times 2 \times 0,45 = 17,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,15 \\ b = 0,3 \end{cases}$$

Đặt số mol của Al và Mg lần lượt là x và y, ta có: $27x + 24y = 31,89$ (1)

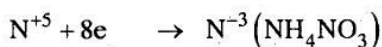
Khi cho hỗn hợp A tác dụng với dung dịch HNO_3 :



Nếu sản phẩm khử chỉ có NO và N_2O thì:

$$m_{\text{muối}} = 31,89 + 62 \cdot (0,45 + 2,4) = 208,59 \text{ (gam)} < 220,11 \text{ (gam)}: \text{vô lí}$$

$\Rightarrow$ Có muối NH_4NO_3 : z mol, tạo thành trong dung dịch Y



$$\text{Ta có: } 3x + 2y = 0,45 + 2,4 + 8z \text{ hay } 3x + 2y - 8z = 2,85 \quad (2)$$

$$\text{Mặt khác: } 213x + 148y + 80z = 220,11 \quad (3)$$

$$\text{Giải hệ (1), (2), (3) ta được: } x = 0,47; \quad y = 0,8; \quad z = 0,02$$

$$\text{Vậy } \% \text{Al} = \frac{27 \times 0,47 \times 100}{31,89} = 39,79\%; \quad \% \text{Mg} = 100 - 39,79 = 60,21\%$$

10. Cho hỗn hợp gồm 6,72 gam Mg và 0,8 gam MgO tác dụng hết với lượng dư dung dịch HNO_3 . Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,896 lít một khí X (đktc) và dung dịch Y. Làm bay hơi dung dịch Y thu được 46 gam muối khan. Xác định khí X.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{Mg}} = 0,28 \text{ (mol); } n_{\text{MgO}} = 0,02 \text{ (mol); } n_{\text{X}} = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = n_{\text{Mg}} + n_{\text{MgO}} = 0,3 \text{ (mol)}$$

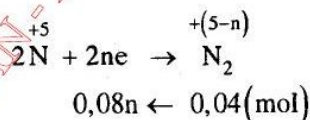
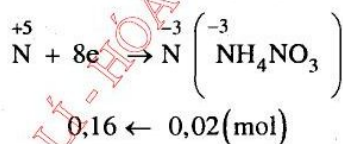
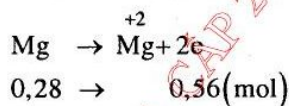
$$\Rightarrow m_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = 0,3 \cdot 148 = 44,4 \text{ (g)} < 46 \text{ g}$$

Suy ra trong dung dịch Y có muối NH_4NO_3

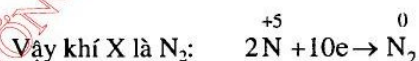
$$m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 46 - 44,4 = 1,6 \text{ g}$$

$$n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 1,6 / 80 = 0,02 \text{ (mol)}$$

Các quá trình oxi hoá – khử xảy ra:



Theo nguyên tắc bảo toàn electron, ta có: $0,56 = 0,16 + 0,08n \Rightarrow n = 5$



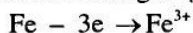
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học – Vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

11. Cho hỗn hợp gồm 5,6 gam Fe và 7,8 gam Zn vào dung dịch HNO_3 loãng dư, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 3,36 lít NO duy nhất (ở đktc) và dung dịch X chứa m gam muối. Tính m.

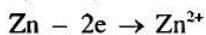
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{Fe}} = 0,1(\text{mol})$; $n_{\text{Zn}} = 0,12(\text{mol})$; $n_{\text{NO}} = 0,15(\text{mol})$

Quá trình nhường nhận electron:

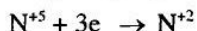


$$0,1 \rightarrow 0,3$$



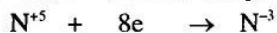
$$0,12 \rightarrow 0,24$$

$$\Rightarrow \sum n_e (\text{cho}) = 0,3 + 0,24 = 0,54 (\text{mol})$$



$$0,45 \leftarrow 0,15$$

Vì $0,45 < 0,54 \Rightarrow$ còn có sản phẩm khử là NH_4NO_3 (dung dịch)



$$(0,54 - 0,45) \rightarrow 0,09/8$$

Hỗn hợp muối thu được gồm:

$0,1 \text{ mol Fe}(\text{NO}_3)_3$; $0,12 \text{ mol Zn}(\text{NO}_3)_2$ và $0,09/8 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$.

$$\text{Vậy } m = 0,1 \cdot 242 + 0,12 \cdot 189 + \frac{0,09}{8} \cdot 80 = 47,78(\text{g}).$$

12. Hòa tan hoàn toàn 8,9 gam hỗn hợp gồm Mg và Zn bằng lượng vừa đủ 500 ml dung dịch HNO_3 1M. Sau khi các phản ứng kết thúc, thu được 1,008 lít khí N_2O (đktc) duy nhất và dung dịch X chứa m gam muối. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HNO}_3} = 0,5 (\text{mol})$; $n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,045 (\text{mol})$

Gọi x, y, z lần lượt là số mol $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$; $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 .

$$\text{Ta có: } 24x + 65y = 8,9 \quad (1)$$

Vì nguyên tố nitơ được bảo toàn nên ta có: $2x + 2y + 2z + 0,045 \cdot 2 = 0,5 \cdot 1$

$$\Rightarrow x + y + z = 0,205 \quad (2)$$

Theo nguyên tắc bảo toàn electron, ta có: $2x + 2y = 0,045 \cdot 8 + 8z$

$$2x + 2y - 8z = 0,36 \quad (3)$$

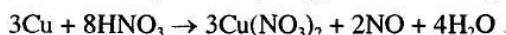
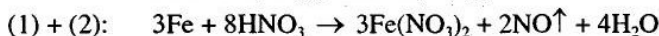
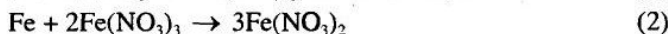
Từ (1, 2, 3) $\Rightarrow x = 0,1$; $y = 0,1$; $z = 0,005$

$$\text{Vậy } m = m_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} + m_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2} + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$$

$$\Rightarrow m = 0,1 \cdot 148 + 0,1 \cdot 189 + 0,005 \cdot 80 = 34,10(\text{g}).$$

Chuyên đề 11. KIM LOẠI SẮT, ĐỒNG PHẢN ỨNG VỚI AXIT NITRIC HNO_3

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Cho 0,1 mol Fe vào dung dịch HNO_3 , sau khi phản ứng hoàn toàn thu được khí NO và dung dịch A, cô cạn dung dịch A thu được 22,34 gam chất rắn khan B (B không chứa muối amoni).

1/ Tính số mol HNO_3 đã tham gia phản ứng và thể tích khí NO (đktc) thu được.

2/ Nhiệt phân hoàn toàn B thu được bao nhiêu gam chất rắn?

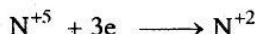
Phân tích và hướng dẫn giải

Nếu 0,1 mol Fe $\rightarrow$ 0,1 mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ thì $m = 24,2$ (gam)

Nếu 0,1 mol Fe $\rightarrow$ 0,1 mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ thì $m = 18$ (gam)

Theo bài $m = 22,34$ gam $\Rightarrow$ B gồm hỗn hợp $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ và $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

Sơ đồ cho - nhận electron:



$$1/ \sum n_{\text{e(cho)}} = \sum n_{\text{e(nhận)}} \Rightarrow 0,1a = 3n_{\text{NO}}$$

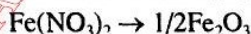
$$\text{Ta có: } m_{\text{(rắn)}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{(NO}_3^-)} \Rightarrow 22,34 = 5,6 + 3 \cdot 62n_{\text{NO}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,09 \text{ (mol)}$$

$$\text{Số mol } \text{HNO}_3 \text{ (phản ứng)} = 4n_{\text{NO}} = 0,36 \text{ (mol)}$$

$$\text{Thể tích NO (đktc)} = 0,09 \cdot 22,4 = 2,016 \text{ (lít)}$$

$$2/ \text{Sơ đồ: } \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow 1/2\text{Fe}_2\text{O}_3$$



$$\Rightarrow \text{Số mol } \text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,05 \text{ (mol)} \Rightarrow m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,05 \cdot 160 = 8 \text{ (gam)}.$$

2. Đun nóng m gam hỗn hợp Cu và Fe có tỉ lệ khối lượng tương ứng 7: 3 với một lượng dung dịch HNO_3 . Khi các phản ứng kết thúc, thu được 0,75m gam chất rắn, dung dịch Y và 5,6 lít hỗn hợp khí (đktc) gồm NO và NO_2 (không có sản phẩm khử khác của N^{+5}). Biết lượng HNO_3 đã phản ứng là 44,1 gam. Hỏi cô cạn dung dịch Y thu được bao nhiêu gam muối khan?

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong m gam có: 0,7m gam Cu và 0,3 m gam Fe.

Khối lượng kim loại phản ứng: $m - 0,75m = 0,25m < 0,3m$

$\Rightarrow$ Fe phản ứng một phần và dư, Cu chưa phản ứng.

Do đó dung dịch Y chỉ chứa muối Fe^{2+}

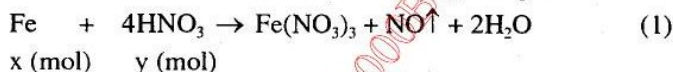
Sơ đồ phản ứng: $Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + NO \uparrow + NO_2 \uparrow + H_2O$

Áp dụng ĐLBT cho nitơ: $\frac{44,1}{63} = \frac{0,25m}{56} \cdot 2 + \frac{5,6}{22,4} \Rightarrow m = 50,4 \text{ gam}$

Vậy khối lượng muối trong dung dịch Y là: $\frac{0,25 \cdot 50,4}{56} \cdot 180 = 40,5 \text{ gam}$

3. Cho x (mol) Fe tác dụng với y (mol) HNO_3 tạo ra khí NO và dung dịch D. Hỏi dung dịch D tồn tại những ion nào? Hãy thiết lập mối quan hệ giữa x và y để có thể tồn tại những ion đó.

Phân tích và hướng dẫn giải



Biện luận:

a) Khi $x = \frac{y}{4}$: Fe và HNO_3 cùng hết

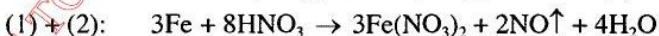
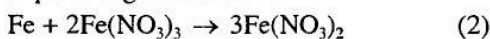
Dung dịch D gồm có các ion: Fe^{3+} (x mol) và NO_3^- (3x mol)

b) Khi $x < \frac{y}{4}$: Fe hết, HNO_3 dư.

Dung dịch D gồm các ion: Fe^{3+} (x mol), NO_3^- (y - x mol) và H^+ (y - 4x mol)

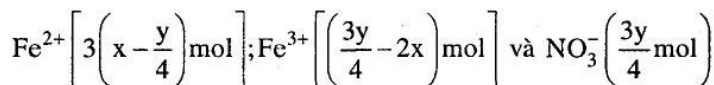
c) Khi $x > \frac{y}{4}$: Fe dư, HNO_3 hết

Lúc này xảy ra phản ứng Fe khử Fe^{3+} :



+ Nếu: $x \geq \frac{3y}{8}$: Fe hết hoặc dư. Dung dịch D gồm có các ion: Fe^{2+} ($\frac{3y}{8}$ mol) và NO_3^- ($\frac{3y}{4}$ mol)

+ Nếu: $\frac{y}{4} < x < \frac{3y}{8}$: Fe hết, Fe^{3+} dư. Dung dịch D gồm các ion:



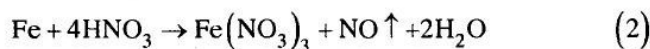
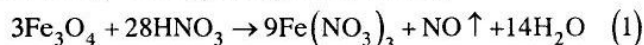
4. Cho 19,84 gam hỗn hợp X gồm Fe_3O_4 và Fe vào V ml dung dịch HNO_3 1M. Sau khi phản ứng xong chỉ thu được dung dịch A và 4,704 lít khí NO duy nhất (đktc). Cô cạn cẩn thận dung dịch A thì thu được 71,86 gam muối khan.

- a. Xác định thành phần % khối lượng của hỗn hợp X.
b. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Hòa tan X vào dung dịch HNO_3 thu được dung dịch A nên có 2 trường hợp xảy ra:

* TH1: HNO_3 vừa đủ; phương trình phản ứng:



$$n_{\text{NO}} = 0,21 \text{ mol}$$

Gọi x, y lần lượt là số mol Fe_3O_4 và Fe trong hỗn hợp X.

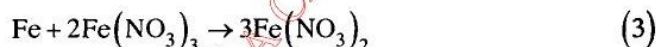
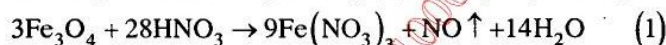
Từ (1) và (2) ta có: $x/3 + y = 0,21$ (I)

$$232x + 56y = 19,84 \quad (II)$$

Giải hệ có $x = 0,037875 \text{ mol}$; $y = 0,197375 \text{ mol}$.

→ khối lượng của $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 = (3x + y) \cdot 242 = 75,262 \text{ gam} > 71,86 \text{ gam}$ (loại).

* TH2: HNO_3 thiếu nên sau phản ứng (1), (2) xảy ra phản ứng:



Muối thu được gồm $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dư:

$$[(3x+a) - 2b] \cdot 242 + 3b \cdot 180 = 71,86 \quad (III)$$

Trong đó: $a + b$ là số mol của Fe trong hỗn hợp X.

$$\text{Mặt khác có: } 232x + (a + b) \cdot 56 = 19,84 \quad (IV)$$

$$x/3 + a = 0,21 \quad (V)$$

Giải hệ (III), (IV), (V) được $x = 0,03$; $a = 0,2$; $b = 0,03$

Thành phần % $\text{Fe}_3\text{O}_4 = 35,08\%$; %Fe = 64,92%

b. Số mol HNO_3 của (1) và (2) là: $28/3 \cdot x + 4a = 1,08 \text{ mol}$

→ V của dung dịch HNO_3 là $V = 1,08 \text{ lít}$ hay 1080 ml.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

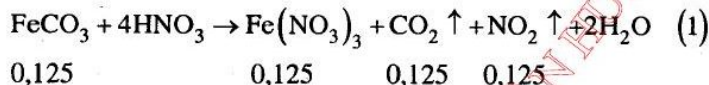
5. Cho hỗn hợp X gồm $\text{FeCO}_3, \text{FeS}_2$ tác dụng vừa đủ với dung dịch HNO_3 đặc, nóng thu được dung dịch Y (chứa $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3; \text{H}_2\text{SO}_4$) và 22,4 lít hỗn hợp khí Z gồm hai khí (đktc). Pha loãng dung dịch Y bằng nước cất để thu được 2 lít dung dịch có $\text{pH} = 1$.

- a) Viết phương trình phản ứng và tính khối lượng hỗn hợp X.
b) Dung dịch Y hòa tan tối đa m gam Fe, tính m.

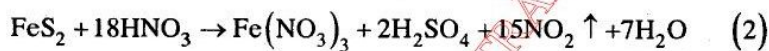
(Biết sản phẩm khử của N^{+5} là NO_2)

Phân tích và hướng dẫn giải

a) PTHH:



$$0,125 \qquad \qquad \qquad 0,125 \qquad \qquad 0,125 \qquad 0,125$$



$$0,05 \qquad \qquad \qquad 0,05 \qquad \qquad 0,1 \qquad 0,75$$

$$\text{Vì } \text{pH} = 1 \Rightarrow [\text{H}^+] = 0,1 \Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,1 \text{ mol}$$

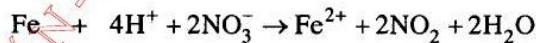
$$\text{Theo (2) có: } n_{\text{NO}_2} = 0,75 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{FeS}_2} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{Gọi } n_{\text{FeCO}_3} = x = n_{\text{CO}_2} = n_{\text{NO}_2(1)} \Rightarrow \sum n_Z = 2x + 0,75 = 1 \Rightarrow x = 0,125 \text{ mol}$$

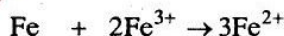
$$\Rightarrow m = m_{\text{FeCO}_3} + m_{\text{FeS}_2} = 116.0,125 + 120.0,05 = 20,5 \text{ gam}$$

b) Dung dịch Y gồm: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 : 0,175 \text{ mol}; \text{H}_2\text{SO}_4 : 0,1 \text{ mol}$ hay dung dịch Y có chứa: $\text{Fe}^{3+} : 0,175 \text{ mol}; \text{NO}_3^- : 0,525 \text{ mol}; \text{H}^+ : 0,2 \text{ mol}$.

Y hòa tan tối đa m gam Fe khi đó dung dịch thu được muối Fe^{2+} , xảy ra các phản ứng sau:



$$0,05 \leftarrow 0,2 \rightarrow 0,1$$



$$0,0875 \leftarrow 0,175 \text{ mol}$$

$$\sum n_{\text{Fe}} = 0,1375 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{Fe}} = 7,7 \text{ gam}.$$

6. Cho m gam hỗn hợp hai kim loại Fe, Cu (trong đó Fe chiếm 30% về khối lượng) vào 50 ml dung dịch HNO_3 nồng độ 63% ($d = 1,38 \text{ gam/ml}$) đun nóng, khuấy đều hỗn hợp tới các phản ứng hoàn toàn thu được rắn A cân nặng 0,75m gam, dung dịch B và 6,72 lít hỗn hợp khí NO_2 và NO (ở đktc). Hỏi có cần dung dịch B thì thu được bao nhiêu gam muối khan? (Giả sử trong quá trình đun nóng HNO_3 bay hơi không đáng kể).

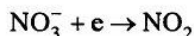
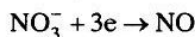
Phân tích và hướng dẫn giải

Khối lượng Fe = 0,3m (g); khối lượng rắn A = 0,75m(g). Suy ra lượng Fe phản ứng = 0,25m < 0,3m → Fe dư; Cu chưa phản ứng. Dung dịch B chứa Fe(NO₃)₂, không có Fe(NO₃)₃ và Cu(NO₃)₂.

Theo bài ra: $n_{\text{hỗn hợp khí}} = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ (mol)}$

$$\text{Số mol HNO}_3 = \frac{50.1,38.63}{100.63} = 0,69 \text{ (mol)}$$

Các quá trình xảy ra: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+2} + 2e$



Số mol NO₃⁻ tạo muối = 0,69 - 0,3 = 0,39 (mol)

$$\text{Khối lượng Fe(NO}_3)_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,39(56 + 62 \cdot 2) = 35,1 \text{ (gam)}$$

7. Cho 19,52 gam hỗn hợp bột A gồm Fe và Cu vào dung dịch HNO₃, khuấy đều đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 4,48 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đktc), 400 ml dung dịch B và còn lại 1,92 gam một kim loại. Xác định nồng độ mol/l của các chất tan trong dung dịch B.

Phân tích và hướng dẫn giải

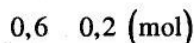
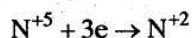
Vì tính khử của Cu < Fe ⇒ Kim loại dư là Cu. Cu dư nên HNO₃ hết, muối sau phản ứng là Fe(NO₃)₂ và Cu(NO₃)₂.

$$n_{\text{NO}} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ (mol)}$$

Gọi a, b lần lượt là số mol Fe và Cu đã phản ứng.

$$\Rightarrow 56a + 64b = 19,52 - 1,92 = 17,6 \quad (1)$$

Các quá trình oxi hóa - khử:



Theo phương pháp bảo toàn electron ta có: $2a + 2b = 0,6 \quad (2)$

Giải (1) và (2) ta được: $a = 0,2; b = 0,1$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

⇒ Nồng độ dung dịch của $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ là $0,2/0,4 = 0,5\text{M}$

⇒ Nồng độ dung dịch của $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ là $0,1/0,4 = 0,25\text{M}$.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

8. Hòa tan hoàn toàn 26,4 gam hỗn hợp A gồm Fe và Cu trong dung dịch HNO_3 , thu được 7,84 lít khí NO (đktc) và 800 ml dung dịch X. Cho từ từ dung dịch HCl vào X đến khi không còn khí thoát ra, thì thu được thêm 1,12 lít NO (đktc).

- 1) Xác định % khối lượng của mỗi kim loại trong A.
- 2) Tính số mol HNO_3 đã tham gia phản ứng.
- 3) Tính C_M của các chất trong X.

Phân tích và hướng dẫn giải

1) $\text{X} + \text{HCl} \rightarrow \text{NO}$

⇒ trong X còn muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

$$n_{\text{NO}(1)} = \frac{7,84}{22,4} = 0,35 \text{ (mol)}; \quad n_{\text{NO}(2)} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ (mol)}$$

Sau khi cho HCl vào X thì thu được dung dịch trong đó chứa: Cu^{2+} và Fe^{3+}
Gọi x, y lần lượt là số mol của Fe và Cu.

$$\text{Ta có: } \begin{cases} 56x + 64y = 26,4 \\ 3x + 2y = 3(0,35 + 0,05) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 \\ y = 0,15 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \% \text{Fe} = \frac{0,3 \cdot 56}{26,4} \cdot 100\% = 63,64\%; \quad \% \text{Cu} = 100\% - \% \text{Fe} = 36,36\%$$

2) Số mol HNO_3 tham gia phản ứng $= 4n_{\text{NO}(1)} = 0,35 \cdot 4 = 1,4 \text{ (mol)}$

3) Gọi a, b lần lượt là số mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ trong X

$$\Rightarrow a + b = 0,3$$

$$2a + 3b + 2 \cdot 0,15 = 3 \cdot 0,35$$

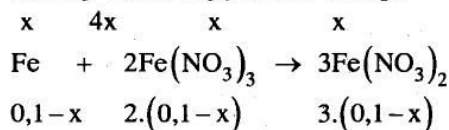
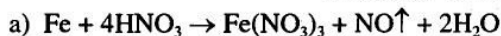
$$\Rightarrow a = 0,15 \text{ (mol)}; \quad b = 0,15 \text{ (mol)}$$

⇒ Trong X có: 0,15 mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; 0,15 (mol) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ và 0,15 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

$$\Rightarrow C_M \text{ các chất đều bằng nhau và bằng: } \frac{0,15}{0,8} = 0,1875\text{M}.$$

9. Cho 5,6g Fe vào dung dịch HNO_3 , sau khi phản ứng hoàn toàn thu được khí NO và dung dịch A, cô cạn dung dịch A thu được 22,34g chất rắn khan B (B không chứa muối amoni).

- a) Tính số mol HNO_3 đã tham gia và thể tích khí NO (đktc) thu được.
- b) Nhiệt phân hoàn toàn B thu được bao nhiêu gam chất rắn?

Phân tích và hướng dẫn giải

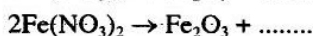
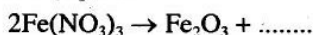
Số mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dư = $x - 2.(0,1-x) = 3x - 0,2$

Vậy $(3x - 0,2). 242 + 3.(0,1 - x). 180 = 22,34 \Rightarrow x = 0,09$.

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,36 \text{ (mol)}$$

$$V_{\text{NO}} = 0,09. 22,4 = 2,016 \text{ lít.}$$

b) Sơ đồ nhiệt phân



$$n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{1}{2} \text{ mol} (\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 0,05 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,05. 160 = 8 \text{ g.}$$

10. X là hỗn hợp đồng nhất gồm hai kim loại Fe và Cu, trong đó Fe chiếm 52,24% khối lượng. Chia 32,16 gam X thành hai phần bằng nhau.

(a) Hoà tan phần một trong 113,4 gam dung dịch HNO_3 40%. Khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch Y và sản phẩm khử duy nhất là khí NO. Điện phân dung dịch Y với các điện cực trơ, cường độ dòng điện 5A, trong thời gian 2 giờ 9 phút thì kết thúc điện phân. Tính độ tăng khối lượng của catot, giả thiết toàn bộ kim loại sinh ra bám lên catot.

(b) Hoà tan phần hai bằng 300 ml dung dịch HCl 1M (không có không khí). Khi phản ứng hoàn toàn, lọc tách phần chất rắn không tan. Thêm dung dịch AgNO_3 dư vào dung dịch nước lọc, thu được kết tủa Z. Tính khối lượng Z.

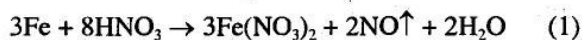
Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có:
$$n_{\text{Fe}} = \frac{52,24}{100} \times \frac{32,16 \text{ gam}}{56 \text{ gam/mol}} = 0,3 \text{ (mol);}$$

$$n_{\text{Cu}} = \frac{47,76}{100} \times \frac{32,16 \text{ gam}}{64 \text{ gam/mol}} = 0,24 \text{ (mol)}$$

Như vậy trong mỗi phần có 0,15 mol Fe và 0,12 mol Cu.

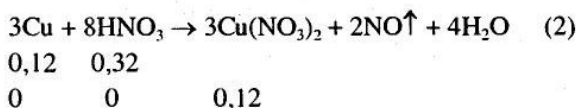
a) Theo bài ra:
$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{40}{100} \times \frac{113,4 \text{ gam}}{63 \text{ gam/mol}} = 0,72 \text{ (mol)}$$



$$0,15 \quad 0,72$$

$$0,15 \quad 0,4 \quad 0,15$$

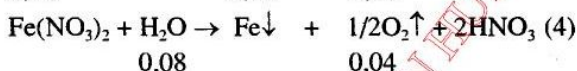
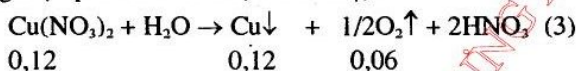
$$0 \quad 0,32 \quad 0,15$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Như vậy dung dịch Y chứa 0,15 mol $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ và 0,12 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Theo bài ra ta có:
$$n_{\text{O}_2} = \frac{1}{4} \times \frac{5 \times 7740}{96500} = 0,1 \text{ (mol)}$$

Các phản ứng điện phân có thể có (theo thứ tự):



Vì $\frac{1}{2} n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,06 \leq n_{\text{O}_2} \leq \frac{1}{2} (n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} + n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_2}) = 0,135$

$\Rightarrow$ đã xảy ra (1) và (2), nhưng $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ còn dư.

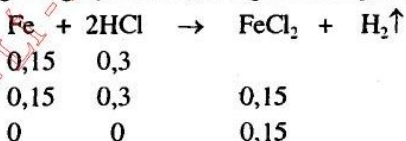
Từ (3) và (4) ta thấy lượng kim loại kết tủa lên catot gồm 0,12 mol và Cu và 0,08 mol Fe. Vậy độ tăng khối lượng catot bằng:

$$(64 \text{ gam/mol} \cdot 0,12 \text{ mol}) + (56 \text{ gam/mol} \cdot 0,08 \text{ mol}) = 12,16 \text{ gam}.$$

Chú ý: Để giải bài toán này đã bỏ qua sự điện phân HNO_3 trong dung dịch (HNO_3 sinh ra do quá trình điện phân $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$), ion H^+ sẽ bị khử trước ion Fe^{2+} . Ngoài ra còn bỏ qua một loạt quá trình thứ cấp như nguyên tử hiđro khử ion NO_3^- ; HNO_3 oxi hoá ion Fe^{2+} ;... Thực tế điện phân dung dịch muối nitrat rất phức tạp.

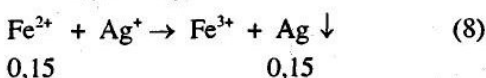
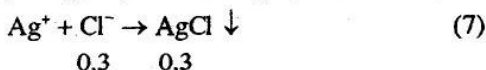
b) Theo bài ra: $n_{\text{Fe}} = 0,15 \text{ (mol)}$; $n_{\text{HCl}} = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ (mol)}$.

Hoà tan trong dung dịch HCl (không có không khí):



Dung dịch Z chứa 0,15 mol FeCl_2 (0,15 mol Fe^{2+} ; 0,3 mol Cl^-).

Thêm dung dịch AgNO_3 dư vào dung dịch Z:



Vậy khối lượng kết tủa bằng :

$$m\downarrow = m_{\text{AgCl}} + m_{\text{Ag}} = (0,3 \times 143,5) + (0,15 \times 108) = 59,25 \text{ (gam)}.$$

11. Cho a gam Fe vào 100 ml dung dịch hỗn hợp gồm HNO_3 0,8M và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,92a gam hỗn hợp kim loại và khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Tính a.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HNO}_3} = 0,08 \text{ (mol)}$; $n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,1 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,08 \text{ (mol)}$; $n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,1 \text{ (mol)}$; $n_{\text{NO}_3^-} = 0,18 \text{ (mol)}$

Vì sau phản ứng thu được hỗn hợp kim loại ($\Rightarrow$ hỗn hợp kim loại Cu, Fe dư) $\Rightarrow$ Fe dư $\Rightarrow$ Trong dung dịch sau phản ứng chứa Fe^{2+} (Cu^{2+} hết, không có Fe^{3+}).

PTHH: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu} \downarrow$

$0,1 \leftarrow 0,1 \rightarrow \quad \quad \quad 0,1 \text{ (mol)}$

$3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

$0,03 \leftarrow 0,08$

Ta có: $0,92a = [a - (0,1 + 0,03) \cdot 56] + 0,1 \cdot 64$

$\Rightarrow 0,08a = 0,88 \Rightarrow a = 11,0$

12. Đun nóng m gam hỗn hợp Cu và Fe có tỉ lệ khối lượng tương ứng 7 : 3 với một lượng dung dịch HNO_3 . Khi các phản ứng kết thúc, thu được 0,75m gam chất rắn, dung dịch X và 5,6 lít hỗn hợp khí (đktc) gồm NO và NO_2 (không có sản phẩm khử khác của N^{+5}). Biết lượng HNO_3 đã phản ứng là 44,1 gam. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{hhNO,NO}_2} = 5,6 / 22,4 = 0,25 \text{ (mol)}$

$m_{\text{Cu}} = 0,7m \text{ (g)}$; $m_{\text{Fe}} = 0,3m \text{ (g)}$

Vì còn 0,75m (g) $\Rightarrow$ Phản ứng 0,25m (g)

$\Rightarrow$ Chỉ có Fe phản ứng (0,25m gam), còn dư 0,05m (g) Fe và 0,7m (g) Cu.

Vì Fe dư nên trong phản ứng tạo ra Fe^{2+}

$3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

$1,5x \leftarrow 4x \rightarrow \quad \quad \quad x$

$\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$y/2 \leftarrow 2y \leftarrow \quad \quad \quad y$

Ta có:
$$\begin{cases} x + y = 0,25 \\ 4x + 2y = 44,1 / 63 = 0,7 \end{cases}$$

$\Rightarrow x = 0,1; y = 0,15$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Ta lại có: $(1,5x + y/2) \cdot 56 = 0,25m$

$\Rightarrow (1,5 \cdot 0,1 + 0,15/2) \cdot 56 = 0,25m \Rightarrow m = 50,4$

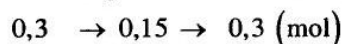
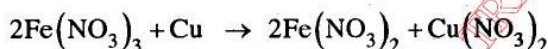
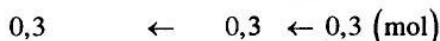
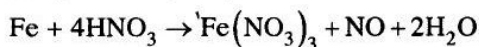
13. Hoà tan hoàn toàn 26,4 gam hỗn hợp Cu, Fe có tỉ lệ mol tương ứng là 1:2 bằng dung dịch HNO_3 thì thu được 0,3 mol NO (sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch X. Tính khối lượng muối sắt có trong X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Số mol Cu là x (mol) $\Rightarrow$ số mol Fe là 2x

Ta có: $64x + 56 \cdot 2x = 26,4$

$\Rightarrow 176x = 26,4 \Rightarrow x = 0,15$



Khối lượng muối sắt có trong X: $m_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_2} = 0,3 \cdot 180 = 54 \text{ (g)}$

14. Hoà tan hoàn toàn 1,08 gam một oxit kim loại X trong dung dịch HNO_3 loãng (vừa đủ), thu được 0,112 lít NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc) và dung dịch Y. Dung dịch Y này có khả năng hoà tan nhiều nhất 0,84 gam Fe. Nếu cô cạn dung dịch Y thì thu được bao nhiêu gam muối khan?

Phân tích và hướng dẫn giải

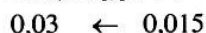
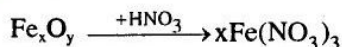
Theo bài ra: $n_{\text{NO}} = 0,005 \text{ mol}$; $n_{\text{Fe}} = 0,015 \text{ mol}$.

Vì dung dịch Y (dung dịch muối kim loại) hoà tan được Fe nên có thể chia thành 2 trường hợp:

- * **Trường hợp 1:** Dung dịch Y là muối $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

$\Rightarrow$ Oxit là Fe_xO_y (FeO hoặc Fe_3O_4).

Sơ đồ phản ứng:



Suy ra $M_{\text{oxit}} = \frac{1,08}{0,03/x} = 36x$

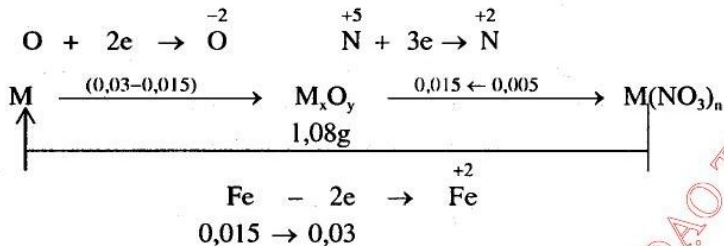
Với $x = 1 \Rightarrow M = 36 \neq M_{\text{FeO}} \Rightarrow$ loại

$x = 3 \Rightarrow M = 108 \neq M_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \Rightarrow$ loại

Vậy loại trường hợp này.

- * **Trường hợp 2:** Dung dịch Y là muối nitrat của một kim loại đứng sau sắt trong dãy điện hoá (sắt đẩy được kim loại đó ra khỏi dung dịch muối). Đặt kim loại trong oxit là M, oxit kim loại X là M_xO_y , muối nitrat trong Y là $M(NO_3)_n$

Ta có sơ đồ:



– Theo định luật bảo toàn electron, ta có:

Số mol e do O nhận: $0,03 - 0,015 = 0,015$ (mol)

$$\Rightarrow n_{\text{O}} = \frac{0,015}{2} \text{ (mol)} \Rightarrow m_{\text{O}} = \frac{0,015}{2} \cdot 16 = 0,12 \text{ (gam)}$$

$$\Rightarrow m_{\text{M}} = m_{\text{M}_x\text{O}_y} - m_{\text{O}} = 1,08 - 0,12 = 0,96 \text{ (gam)}$$

– Theo định luật bảo toàn điện tích, ta có: $n_{e(\text{Mcho})} = n_{e(\text{Fecho})} = n_{\text{NO}_3^- (\text{M}(\text{NO}_3)_n)}$

$$\Rightarrow n_{\text{NO}_3^- (\text{M}(\text{NO}_3)_n)} = 0,03 \text{ (mol)}$$

Vậy khối lượng muối thu được là:

$$m_{\text{M}(\text{NO}_3)_n} = m_{\text{M}} + m_{\text{NO}_3^- (\text{M}(\text{NO}_3)_n)} = 0,96 + 0,03 \cdot 62 = 2,82 \text{ (gam)}$$

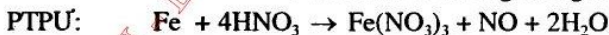
Chú ý: – Dự đoán oxit X có thể là FeO , Fe_3O_4 , Cu_2O .

– Để phù hợp với các số liệu tính toán thì oxit X là Cu_2O .

15. Cho m gam bột Fe tác dụng hết với dung dịch HNO_3 loãng, thu được dung dịch X và khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Cô cạn dung dịch X thu được 51,2 gam muối khan. Biết rằng số mol Fe ban đầu bằng 31,25% số mol HNO_3 phản ứng.

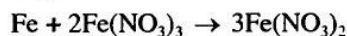
Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

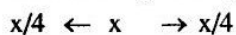
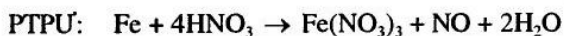


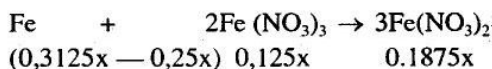
Nếu chỉ xảy ra phản ứng trên thì $n_{\text{Fe}} / n_{\text{HNO}_3} = 1/4 = 0,25 = 25\%$.

Theo bài ra, $n_{\text{Fe}} / n_{\text{HNO}_3 (\text{p/u})} = 31,25\% \Rightarrow$ có thêm phản ứng:



Gọi x là số mol HNO_3 phản ứng $\Rightarrow$ số mol Fe là $0,3125x$.



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\text{Ta có: } (0,3125x - 0,25x) \cdot 242 + 0,1875x \cdot 180 = 51,2$$

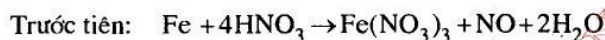
$$\Rightarrow 64x = 51,2 \Rightarrow x = 0,8$$

$$\text{Vậy } m = 0,3125 \cdot 0,8 \cdot 56 = 14 \text{ (gam)}$$

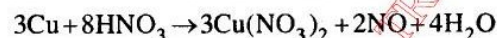
16. Cho hỗn hợp gồm 9,6 gam Cu và 5,6 gam Fe vào dung dịch HNO_3 loãng. Khuấy đều để phản ứng xảy ra hoàn toàn, thấy có 3,136 lít khí NO (là sản phẩm khử duy nhất thoát ra, ở đktc) và còn lại m gam chất không tan. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải**Cách 1:**

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{Cu}} = 0,15 \text{ (mol); } n_{\text{Fe}} = 0,1 \text{ (mol); } n_{\text{NO}} = 0,14 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \quad \rightarrow \quad 0,1 \quad \rightarrow \quad 0,1 \text{ (mol)}$$



$$\frac{0,04 \cdot 3}{2} \quad \leftarrow \quad (0,14 - 0,1)$$

Vì Cu còn dư nên có phản ứng:



$$0,05 \leftarrow 0,1$$

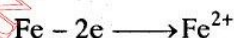
$$\Rightarrow n_{\text{Cu (dư)}} = 0,15 - \frac{0,04 \cdot 3}{2} - 0,05 = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow m = m_{\text{Cu (dư)}} = 0,04 \cdot 64 = 2,56 \text{ (gam)}$$

Cách 2:

Vì kim loại còn dư nên trong dung dịch Fe chỉ tạo $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$. Gọi x là số mol Cu đã phản ứng.

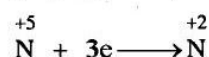
Sơ đồ cho – nhận electron.



$$0,1 \rightarrow 0,2$$



$$x \rightarrow 2x$$



$$0,14 \rightarrow 0,42$$

Theo nguyên tắc bảo toàn electron:

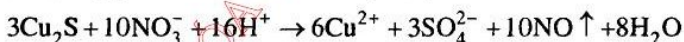
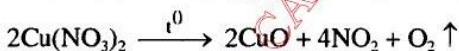
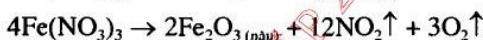
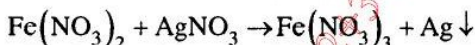
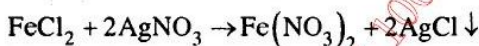
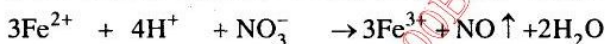
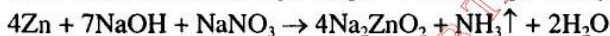
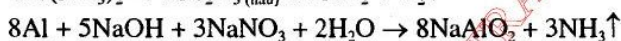
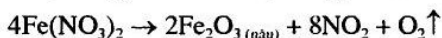
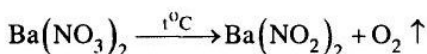
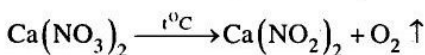
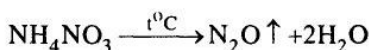
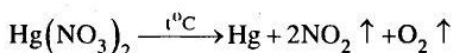
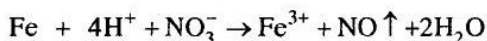
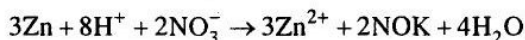
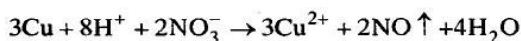
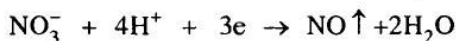
$$0,2 + 2x = 0,42$$

$$\Rightarrow 2x = 0,22 \Rightarrow x = 0,11$$

$$\text{Vậy } m = (0,15 - 0,11) \cdot 64 = 2,56 \text{ (gam)}.$$

Chuyên đề 12. MUỐI NITRAT

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Cho 10,62 gam hỗn hợp gồm Fe, Zn vào 800 ml dung dịch hỗn hợp X gồm NaNO_3 0,45M và H_2SO_4 0,9M. Đun nóng cho phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch Y và 3,584 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đo ở đktc). Dung dịch Y hòa tan được tối đa m_1 gam bột Cu, sinh ra V lít khí NO (đktc, sản phẩm khử duy nhất của NO_3^-).

1. Tính phần trăm về khối lượng từng kim loại trong hỗn hợp ban đầu.

2. Tính giá trị của m_1 và V.

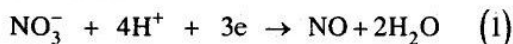
3. Cho m_2 gam Zn vào dung dịch Y (tạo khí NO là sản phẩm khử duy nhất của NO_3^-), sau phản ứng thu được 3,36 gam chất rắn. Tính giá trị của m_2 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

1. Số mol $\text{NaNO}_3 = 0,36$ (mol)

Số mol $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,72$ (mol) $\Rightarrow$ số mol $\text{H}^+ = 1,44$ (mol)

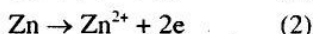
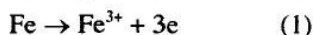
Ta có các bán phản ứng:



(mol): $0,16 \leftarrow 0,64 \leftarrow 0,48 \leftarrow 0,16$

Số mol $\text{NO} = 0,16$ mol $\Rightarrow \text{H}^+$ và NO_3^- dư, kim loại phản ứng hết.

Số mol NO_3^- phản ứng = 0,16 mol; số mol H^+ phản ứng = 0,64 mol



Gọi số mol Fe là x mol, số mol Zn là y mol

Theo khối lượng hỗn hợp ban đầu ta có phương trình:

$$56x + 65y = 10,62 \quad (\text{I})$$

Theo định luật bảo toàn electron ta có phương trình:

$$3x + 2y = 0,16 \cdot 3 \quad (\text{II})$$

Giải hệ phương trình (I), (II) ta có: $x = 0,12$ và $y = 0,06$.

$$m_{\text{Fe}} = 0,12 \cdot 56 = 6,72 \text{ g} \Rightarrow \% m_{\text{Fe}} = 63,28\%$$

$$\Rightarrow \% m_{\text{Zn}} = 100\% - 63,28\% = 36,72\%$$

2. Dung dịch Y có 0,2 mol NO_3^- ; 0,8 mol H^+ ; 0,12 mol Fe^{3+} ; 0,06 mol Zn^{2+} , khi thêm bột Cu vào dung dịch Y:



(mol): $0,3 \leftarrow 0,8 \leftarrow 0,2 \rightarrow 0,2$



$0,12 \rightarrow 0,06$

Từ phản ứng (3), (4) có tổng số mol Cu = 0,36 mol

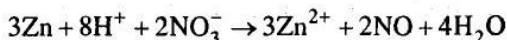
$$m_1 = 0,36 \cdot 64 = 23,04 \text{ gam}$$

$$V_{\text{NO}} = 4,48 \text{ lít}$$

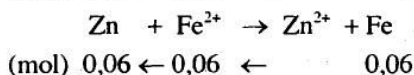
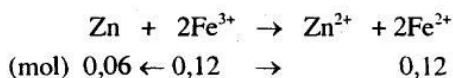
3. Thêm m_2 gam Zn vào dung dịch Y có 0,2 mol NO_3^- ; 0,8 mol H^+ ; 0,12 mol Fe^{3+} ; 0,06 mol Zn^{2+} :

Do khối lượng $\text{Fe}^{3+} = 0,12 \cdot 56 = 6,72 \text{ gam} >$ khối lượng chất rắn bằng 3,36 gam. Nên trong 3,36 gam chất rắn sau phản ứng chỉ có Fe.

$$n_{\text{Fe}} = 3,36/56 = 0,06 \text{ (mol)}$$



(mol) $0,3 \leftarrow 0,8 \leftarrow 0,2$



Tổng số mol Zn đã phản ứng bằng $0,3 + 0,12 = 0,42 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{Zn}} = 27,3 \text{ gam}$.

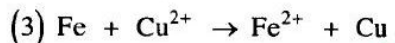
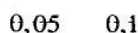
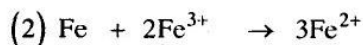
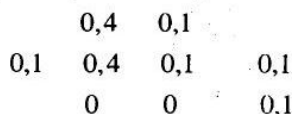
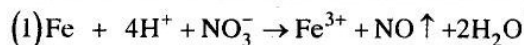
2. Dung dịch A gồm 0,4 mol HCl và 0,05 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Cho m gam bột Fe vào dung dịch khuấy đều cho đến khi phản ứng kết thúc thu được chất rắn X gồm hai kim loại, có khối lượng 0,8m gam. Tính m. Giả thiết sản phẩm khử HNO_3 duy nhất chỉ có NO.

Phân tích và hướng dẫn giải

Trong dung dịch A:

Dung dịch A có 0,4 mol H^+ ; 0,05 mol Cu^{2+} , 0,4 mol Cl^- , 0,1 mol NO_3^-

Khi cho Fe vào dung dịch A xảy ra các phản ứng:



Số mol Fe đã tham gia các phản ứng từ (1) đến (3) là $0,1 + 0,05 + 0,05 = 0,2 \text{ (mol)}$

Hỗn hợp 2 kim loại sau phản ứng gồm Fe dư và Cu:

$$(m - 56 \cdot 0,2) + 0,05 \cdot 64 = 0,8m \Rightarrow m = 40 \text{ (gam)}.$$

3. Trong mỗi chén sứ A, B, C đựng một muối nitrat. Trong đó B, C là muối nitrat của kim loại hóa trị 2. Nung các chén sứ ở nhiệt độ cao ngoài không khí tới phản ứng hoàn toàn, sau đó làm nguội người ta thấy:

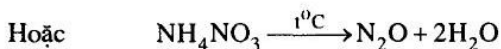
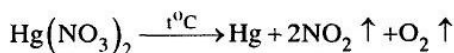
- Trong chén A không còn dấu vết gì.
- Cho dung dịch HCl vào chén B thấy thoát ra một lượng khí không màu, hóa nâu ngoài không khí.
- Trong chén C còn lại chất rắn màu nâu đỏ.

Xác định các chất A, B, C và viết phương trình minh họa.

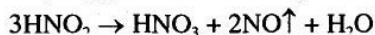
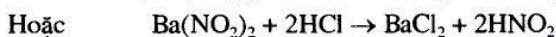
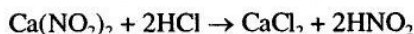
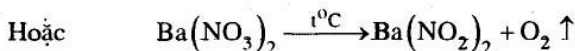
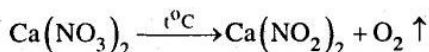
Phân tích và hướng dẫn giải

– Chén A không còn dấu vết chứng tỏ muối đã nhiệt phân chuyển hết thành thể hơi và khí, do đó muối là $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 , ...:

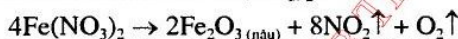
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



– Sản phẩm sau nhiệt phân muối của chén B tác dụng với HCl cho khí không màu chứng tỏ muối ban đầu là muối nitrat của kim loại $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$:



– C chứa muối nitrat của sắt II: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$:

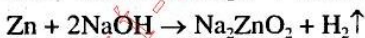
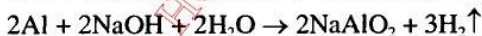
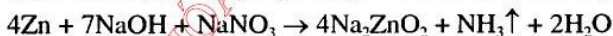
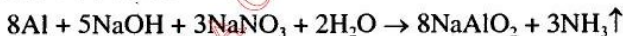


4. Cho 11,9 gam hỗn hợp Al và Zn tan hoàn toàn trong dung dịch chứa NaNO_3 và NaOH dư thu được 4,928 lít hỗn hợp hai khí (đktc). Cho hỗn hợp khí qua bình đựng CuO dư, đun nóng sau phản ứng thấy khối lượng bình giảm 4 gam.

- Viết các phương trình phản ứng xảy ra.
- Tính % khối lượng của hỗn hợp đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các PTPƯ có thể có:



Hai khí là NH_3 và H_2

Gọi x, y lần lượt là số mol NH_3 và $\text{H}_2 \Rightarrow x + y = \frac{4,928}{22,4} = 0,22 (\text{mol})$

Khối lượng bình CuO giảm là khối lượng oxi mất đi

$$\Rightarrow n_{\text{O}} = \frac{4}{16} = 0,25 (\text{mol}) \Rightarrow \frac{3x}{2} + y = 0,25$$

$$\Rightarrow x = 0,06 (\text{mol}); y = 0,16 (\text{mol})$$

Gọi a, b lần lượt là số mol Al và Zn

$$\Rightarrow 27a + 65b = 11,9$$

$$3a + 2b = 8 \cdot 0,06 + 2 \cdot 0,16 = 0,8$$

$$\Rightarrow a = 0,2 (\text{mol}); b = 0,1 (\text{mol})$$

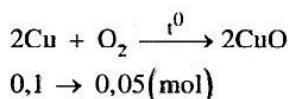
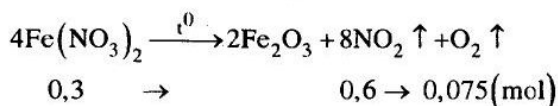
$$\Rightarrow \%Al = \frac{0,2.27}{11,9} \cdot 100\% = 45,38\%$$

$$\%Zn = 100\% - \%Al = 54,62\%$$

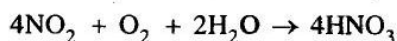
5. Nung hỗn hợp gồm 6,4 gam Cu và 54 gam $Fe(NO_3)_2$ trong bình kín, chân không. Sau phản ứng hoàn toàn thu được hỗn hợp khí X. Cho X phản ứng hết với nước, thu được 2 lít dung dịch Y. Tính pH của dung dịch Y.

Phân tích và hướng dẫn giải

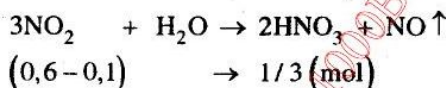
Theo bài ra: $n_{Cu} = 0,1$ (mol); $n_{Fe(NO_3)_2} = 0,3$ (mol)



$$\Rightarrow n_{O_2} = 0,075 - 0,05 = 0,025 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \leftarrow 0,025 \quad \rightarrow 0,1 \text{ (mol)}$$



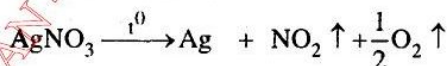
$$\Rightarrow n_{H^+} = n_{HNO_3} = 0,1 + 1/3 = 1,3/3 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow [H^+] = 1,3 / (3.2) = 1,3 / 6 \text{ (mol)} \Rightarrow pH = 0,664$$

6. Nhiệt phân một lượng $AgNO_3$ được chất rắn X và hỗn hợp khí Y. Dẫn toàn bộ Y vào một lượng dư H_2O , thu được dung dịch Z. Cho toàn bộ X vào Z, X chỉ tan một phần và thoát ra khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tính phần trăm khối lượng của X đã phản ứng.

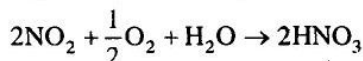
Phân tích và hướng dẫn giải

Giả sử nhiệt phân 1 mol $AgNO_3$:



$$1 \text{ mol} \rightarrow 1 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow X: 1 \text{ mol Ag}; \quad Y: 1 \text{ mol } NO_2 \text{ và } 0,5 \text{ mol } O_2$$



$$1 \rightarrow 0,25 \quad \rightarrow 1 \text{ (mol)}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

⇒ Dung dịch Z: chứa 1 mol HNO_3



$$0,75 \leftarrow 1 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy } \%m_{\text{X(Ag)}} = \frac{0,75.108.100\%}{1.108} = 75\%$$

7. Hỗn hợp X gồm $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ và AgNO_3 . Thành phần % khối lượng của nitơ trong X là 11,864%. Có thể điều chế được tối đa bao nhiêu gam hỗn hợp ba kim loại từ 14,16 gam X?

Phân tích và hướng dẫn giải

Khối lượng nguyên tố nitơ trong 14,16 gam X:

$$m_{\text{N}} = \frac{14,66.11,864}{100} = 1,68(\text{g})$$

$$\Rightarrow n_{\text{N}} = 0,12(\text{mol}) = n_{\text{NO}_3^-}$$

$$\Rightarrow m_{\text{NO}_3^-} = 0,12.62 = 7,44(\text{g})$$

$$\Rightarrow m_{\text{kim loại}} = m_{\text{X}} - m_{\text{NO}_3^-} = 14,16 - 7,44 = 6,72(\text{gam})$$

8. A là hỗn hợp các muối $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. Trong đó nguyên tố oxi chiếm 9,6% về khối lượng. Cho dung dịch KOH dư vào dung dịch chứa 50 gam muối A. Lọc kết tủa thu được đem nung trong chân không đến khối lượng không đổi thu được m gam oxit. Tính m.

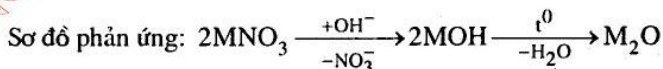
Phân tích và hướng dẫn giải

Kí hiệu chung các muối nitrat trong hỗn hợp A là MNO_3 .

Trong 50 gam A có khối lượng nguyên tố oxi bằng:

$$m_{\text{O}} = \frac{50.9,6}{100} = 4,8(\text{g}) \Rightarrow n_{\text{O}} = 4,8/16 = 0,3(\text{mol})$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{NO}_3^-} = 0,3/3 = 0,1(\text{mol}) \text{ (trong 1 gốc nitrat } \text{NO}_3^- \text{ có 3 nguyên tử O).}$$



Ở đây ta thấy: thay 2 ion NO_3^- bằng 1 ion O^{2-}

$$\Rightarrow 0,1 \text{ mol } \text{NO}_3^- \text{ thay bằng } 0,05 \text{ mol } \text{O}^{2-}.$$

$$m = m_{\text{oxit}} = m_{\text{M}} + m_{\text{O}^{2-}}$$

$$\text{Mà } m_M = m_{\text{MNO}_3} - m_{\text{NO}_3^-}$$

$$\Rightarrow m = m_{\text{MNO}_3} - m_{\text{NO}_3^-} + m_{\text{O}^{2-}} \Rightarrow m = 50 - 0,1.62 + 0,05.16 = 44,6(\text{g})$$

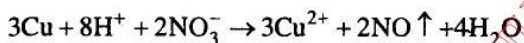
9. Hoà tan 19,2 gam Cu vào 500 ml dung dịch NaNO_3 1M, sau đó thêm vào 500 ml dung dịch HCl 2M. Kết thúc phản ứng thu được dung dịch X và khí NO duy nhất, phải thêm bao nhiêu ml dung dịch NaOH 1M vào X để kết tủa hết ion Cu^{2+} ?

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{Cu}} = 19,2 / 64 = 0,3(\text{mol})$

$$n_{\text{NaNO}_3} = 0,5.1 = 0,5(\text{mol}); n_{\text{HCl}} = 0,5.2 = 1(\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 1(\text{mol}); n_{\text{NO}_3^-} = 0,5(\text{mol})$$

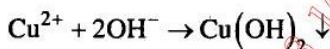


$$0,3 \rightarrow 0,8 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,3 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}^+} (\text{còn dư}) = 1 - 0,8 = 0,2 (\text{mol})$$



$$0,2 \rightarrow 0,2(\text{mol})$$



$$0,3 \rightarrow 0,6(\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,2 + 0,6 = 0,8(1) = 800(\text{ml})$$

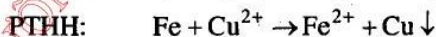
10. Cho a gam Fe vào 100 ml dung dịch hỗn hợp gồm HNO_3 0,8M và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,92a gam hỗn hợp kim loại và khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N⁺⁵). Tính a.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HNO}_3} = 0,08 (\text{mol}); n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,1 (\text{mol});$

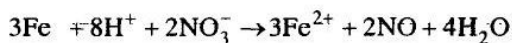
$$\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,08 (\text{mol}); n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,1 (\text{mol}); n_{\text{NO}_3^-} = 0,18 (\text{mol})$$

Vì sau phản ứng thu được hỗn hợp kim loại ($\Rightarrow$ hỗn hợp kim loại Cu, Fe dư) $\Rightarrow$ Fe dư $\Rightarrow$ Trong dung dịch sau phản ứng chứa Fe^{2+} (Cu^{2+} hết, không có Fe^{3+}).



$$0,1 \leftarrow 0,1 \rightarrow 0,1 (\text{mol})$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



$$0,03 \leftarrow 0,08$$

$$\text{Ta có: } 0,92a = [a - (0,1 + 0,03) \cdot 56] + 0,1 \cdot 64 \Rightarrow 0,08a = 0,88 \Rightarrow a = 11,0$$

11. Cho 0,87 gam hỗn hợp gồm Fe, Cu và Al vào bình đựng 300 ml dung dịch H_2SO_4 0,1M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,32 gam chất rắn và có 448 ml khí (đktc) thoát ra. Thêm tiếp vào bình 0,425 gam NaNO_3 , khi các phản ứng kết thúc, tính thể tích khí NO (đktc, sản phẩm khử duy nhất) tạo thành và khối lượng muối trong dung dịch.

Phân tích và hướng dẫn giải

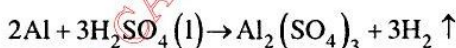
Theo bài ra: $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,03$ (mol); $n_{\text{NaNO}_3} = 0,005$ (mol);

$$n_{\text{H}_2} = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ (mol)}$$

Vì $n_{\text{H}_2} < n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \Rightarrow \text{Fe, Al bị tan hết; chất rắn thu được là Cu}$

$$\Rightarrow \text{Cu} = 0,32 / 64 = 0,005 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{H}^+} \text{ (còn dư)} \equiv (0,03 - 0,02) \cdot 2 = 0,02 \text{ (mol)}$$



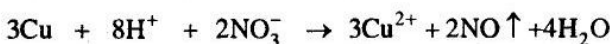
$$\text{Ta có: } \begin{cases} 56x + 27y = 0,87 - 0,32 = 0,55 \\ x + 1,5y = 0,02 \end{cases} \Rightarrow x = 0,005; y = 0,01$$

Khi phản ứng với NaNO_3 có:

$$n_{\text{H}^+} = 0,02 \text{ (mol)}; n_{\text{NO}_3^-} = 0,005 \text{ (mol)}; n_{\text{Cu}} = 0,005 \text{ (mol)};$$

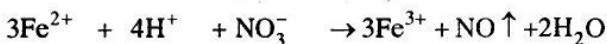
$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,005 \text{ (mol)};$$

Thứ tự trong dãy điện hoá: $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}; \text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$



$$\text{P/ứng: } 0,005 \rightarrow 0,04 / 3 \rightarrow 0,01 / 3 \rightarrow 0,01 / 3 \text{ (mol)}$$

$$\text{Còn: } 0 \quad 0,02 / 3 \quad 0,005 / 3$$



$$0,02 / 4 \leftarrow 0,02 / 3 \rightarrow 0,02 / 12 \rightarrow 0,02 / 12$$

(Các chất phản ứng vừa hết với nhau)

$$\text{Vậy } V_{\text{NO}} = (0,01/3 + 0,02/12) \cdot 22,4 = 0,112(\text{l})$$

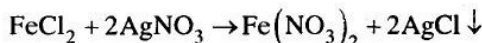
$$\begin{aligned} m_{(\text{muối})} &= m_{\text{Fe,Cu,Al}} + m_{\text{Na}^+} + m_{\text{SO}_4^{2-}} \\ &= 0,87 + 0,005 \cdot 23 + 0,03 \cdot 96 = 3,865(\text{g}) \end{aligned}$$

Chú ý: $\text{Cu, Fe}^{2+}(\text{FeSO}_4)$ đều bị oxi hoá bởi NaNO_3 trong môi trường axit H_2SO_4 .

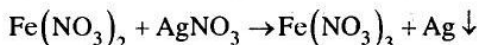
12. Cho 100 ml dung dịch FeCl_2 1,2M tác dụng với 200 ml dung dịch AgNO_3 2M, thu được m gam kết tủa. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{FeCl}_2} = 0,1 \cdot 1,2 = 0,12(\text{mol})$; $n_{\text{AgNO}_3} = 0,2 \cdot 2 = 0,4(\text{mol})$



$$0,12 \rightarrow 0,24 \rightarrow 0,12 \rightarrow 0,24$$



$$0,12 \rightarrow 0,12(0,4 - 0,24) \rightarrow 0,12$$

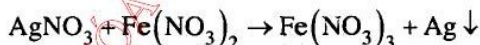
$$\text{Vậy } m = m_{\text{AgCl}} + m_{\text{Ag}} = 0,24 \cdot 143,5 + 0,12 \cdot 108 = 47,4(\text{g})$$

13. Cho 100 ml dung dịch AgNO_3 2a mol/l vào 100 ml dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ a mol/l. Sau khi phản ứng kết thúc thu được 8,64 gam chất rắn và dung dịch X. Cho dung dịch HCl dư vào X thu được m gam kết tủa. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{AgNO}_3} = 0,2a(\text{mol})$; $n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_2} = 0,1a(\text{mol})$

Chất rắn thu được là Ag: $n_{\text{Ag}} = 8,64 / 108 = 0,08(\text{mol})$



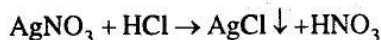
Ban đầu: 0,2a 0,1a

Phản ứng: 0,1a ← 0,1a → 0,1a

Còn: 0,1a 0 0,1a

⇒ Dung dịch X chứa 0,1a mol AgNO_3 ; $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

Ta có: 0,1a = 0,08 ⇒ a = 0,8



$$(0,1 \cdot 0,8) \rightarrow (0,1 \cdot 0,8)$$

$$\Rightarrow m = m_{\text{AgCl}} = (0,1 \cdot 0,8) \cdot 143,5 = 11,48(\text{g}).$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

14. Cho 10,12 gam $\text{FeCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vào 120 ml dung dịch AgNO_3 1M. Khuấy đều cho các phản ứng xảy ra hoàn toàn, sau phản ứng thu được bao nhiêu gam kết tủa?

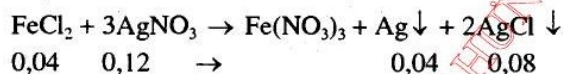
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{FeCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 10,12 / 253 = 0,04 \text{ (mol)}$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,12 \cdot 1 = 0,12 \text{ (mol)}$$

Ta thấy $n_{\text{AgNO}_3} = 0,12 = 3n_{\text{FeCl}_2} (3n_{\text{FeCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}})$

Do đó PTPƯ xảy ra:



Kết tủa thu được gồm có Ag (0,04 mol)

AgCl (0,08 mol)

Vậy, khối lượng kết tủa bằng:

$$m = 0,04 \cdot 108 + 0,08 \cdot (108 + 35,5) = 15,80 \text{ (gam)}.$$

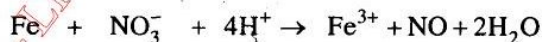
Chú ý: $\text{FeCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe(NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \downarrow$
 $\text{Fe(NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3 (\text{dư}) \rightarrow \text{Fe(NO}_3)_3 + \text{Ag} \downarrow$

15. Cho hỗn hợp X gồm 0,09 mol Fe và 0,05 mol $\text{Fe(NO}_3)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vào 500 ml dung dịch HCl 1M, kết thúc phản ứng thu được dung dịch Y và khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Hỏi dung dịch Y hoà tan tối đa bao nhiêu gam Cu?

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HCl}} = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ (mol)} \Rightarrow n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} = 0,5 \text{ (mol)}$

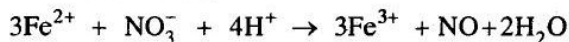
$$n_{\text{NO}_3^-} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ (mol)}, n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,05 \text{ (mol)}$$



Phản ứng: $0,09 \rightarrow 0,09 \rightarrow 0,36 \rightarrow 0,09 \text{ (mol)}$

Còn: $0 \quad 0,01 \quad 0,14 \quad 0,09 \text{ (mol)}$

(Tính theo Fe vì Fe có khả năng hết)



Phản ứng: $0,03 \leftarrow 0,01 \rightarrow 0,04 \rightarrow 0,03$

(Tính theo NO_3^- vì NO_3^- có khả năng hết).

$\Rightarrow$ Trong dung dịch Y có: $0,03 + 0,09 = 0,12 \text{ mol Fe}^{3+}$

$$(0,02 \text{ mol Fe}^{2+}; 0,1 \text{ mol H}^+; 0,5 \text{ mol Cl}^-)$$



$$0,12 \rightarrow 0,06 \text{ (mol)}$$

$$\text{Vậy } m_{\text{Cu}} = 0,06.64 = 3,84 \text{ (g)}.$$

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

16. Cho hỗn hợp bột gồm 2,7 gam Al và 5,6 gam Fe vào 550 ml dung dịch AgNO_3 1M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được m gam chất rắn. Viết các PTƯ dạng ion rút gọn và tính giá trị m.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có: $n_{\text{Al}} = 0,1 \text{ (mol)}$, $n_{\text{Fe}} = 0,1 \text{ (mol)}$; $n_{\text{AgNO}_3} = 0,55 \text{ (mol)}$

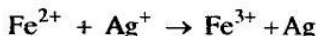
Do tính khử của $\text{Fe}^{2+} < \text{Fe} < \text{Al}$, nên phản ứng theo thứ tự:



$$0,1 \rightarrow 0,3 \rightarrow 0,3$$



$$0,1 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,2$$



$$0,1(\text{d-}) \quad 0,05 \rightarrow 0,05 \rightarrow 0,05$$

$$\Rightarrow m = m_{\text{Ag}} = (0,3 + 0,2 + 0,05) \cdot 108 = 59,4 \text{ gam.}$$

17. Nung 37,6 gam muối nitrat của kim loại M đến khối lượng không đổi thu được 16,0 gam chất rắn và hỗn hợp khí có tỉ khối so với H_2 bằng 21,6.

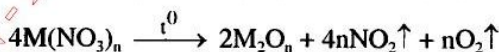
a. Xác định công thức muối nitrat.

b. Lấy 12,8 gam kim loại M tác dụng với 100 ml hỗn hợp HNO_3 1M, HCl 2M, H_2SO_4 1M thì thu được bao nhiêu lít khí NO (duy nhất) ở điều kiện tiêu chuẩn ?

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Tìm công thức muối:

– Khi nung muối nitrat được hỗn hợp khí $\Rightarrow$ M thuộc từ Mg $\rightarrow$ Cu.



$$\overline{M}_{\text{NO}_2, \text{O}_2} = 21,6.2 = 43,2 \Rightarrow \frac{n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{O}_2}} = \frac{4}{1}$$

$$\text{Mặt khác: } m_{\text{NO}_2, \text{O}_2} = 37,6 - 16 = 21,6 \Rightarrow 46 \cdot 4x + 32x = 21,6 \Rightarrow x = 0,1$$

$$\Rightarrow n_{\text{M}_2\text{O}_n} = \frac{0,2}{n} \Rightarrow m_{\text{M}_2\text{O}_n} = \frac{0,2}{n} (2M + 16n) = 16$$

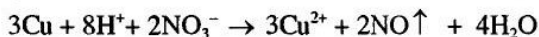
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow 2M + 16n = 80n \Rightarrow M = 32n$$

$$\text{Với } n = 1, 2, 3 \Rightarrow M = 64 \text{ (Cu)}.$$

Vậy muối nitrat là $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

b. Tính V_{NO} .



$$n_{\text{Cu}} = \frac{12,8}{64} = 0,2, \quad n_{\text{H}^+} = 0,1 + 0,2 + 2 \cdot 0,1 = 0,5; \quad n_{\text{NO}_3^-} = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,1 \text{ (mol)} \Rightarrow V_{\text{NO}} = 2,24 \text{ (l)}.$$

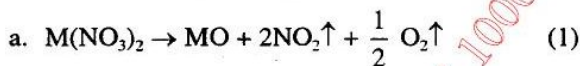
18. Nhiệt phân hoàn toàn m gam muối $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ thu được 20 gam một oxit của M và 12,6 lít hỗn hợp A (đo ở điều kiện tiêu chuẩn) có tỉ khối so với H_2 là 200/9.

a) Xác định kim loại M và tính m?

b) Nếu cho m gam muối nitrat trên vào 100 ml dung dịch HCl 2,5M được 100 ml dung dịch B. Tính nồng độ mol các ion trong dung dịch B.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:



Theo giả thiết:

$$n_{\text{NO}_2} + n_{\text{O}_2} = 0,5625 \text{ (đặt là } x \text{ và } y) \Rightarrow x + y = 0,5625$$

$$\text{và } \overline{M}(\text{NO}_2, \text{O}_2) = \frac{46x + 32y}{x + y} = \frac{400}{9}$$

$$\Rightarrow x = 0,5; y = 0,0625$$

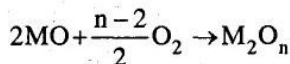
$$\text{Vậy } n_{\text{NO}_2} = 0,5; n_{\text{O}_2} = 0,0625$$

$$\Rightarrow n_{\text{NO}_2} : n_{\text{O}_2} = 8 : 1.$$

Mặt khác theo (1) thì $n_{\text{NO}_2} : n_{\text{O}_2} = 4 : 1 \Rightarrow$ một phần O_2 đã phản ứng với MO tạo M_2O_n .

$$n_{\text{O}_2} \text{ đã phản ứng} = \frac{0,5}{4} - 0,0625 = 0,0625 \text{ (mol)}$$

Ta có:



$$\frac{n-2}{2} \rightarrow 1 \text{ (mol)}$$

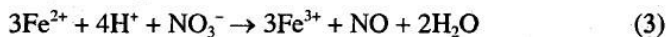
$$0,0625 \rightarrow \frac{2}{2M+16n} \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \text{Giá trị thích hợp là } n = 3; M = 56 \text{ (đk } 3 \leq n \leq 7)$$

$$\text{Vậy muối } \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_2} = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow m = 0,25 \cdot 180 = 45 \text{ gam}$$

b. $n\text{HCl} = 0,25 \Rightarrow n\text{H}^+ = 0,25 = n\text{Cl}^-$

Có phương trình phản ứng:



Ta có $n\text{Fe}^{2+} = 0,25$; $n\text{NO}_3^- = 0,5$

$\Rightarrow$ Theo (3) H^+ hết, Fe^{2+} dư $= 0,25 - 0,1875 = 0,0625 \text{ mol}$

NO_3^- dư $= 0,5 - 0,0625 = 0,4375 \text{ mol}$

Vậy trong dung dịch B có $[\text{Fe}^{2+}] = 0,625\text{M}$;

$[\text{Fe}^{3+}] = 1,875\text{M}$; $[\text{NO}_3^-] = 4,375\text{M}$; $[\text{Cl}^-] = 2,5\text{M}$.

19. A được tạo thành từ cation X^+ và anion Y^- . Phân tử A chứa 9 nguyên tử gồm 3 nguyên tố phi kim. Tỷ lệ số nguyên tử của mỗi nguyên tố là 2 : 3 : 4. Tổng số proton trong A là 42 và trong Y^- chứa 2 nguyên tố cùng chu kỳ và thuộc 2 phân nhóm chính liên tiếp.

1. Viết công thức phân tử, công thức electron, công thức cấu tạo và gọi tên A.

2. Cho 2,5g X (A + tạp chất) trộn với (Al, Zn) dư rồi nung nóng với NaOH dư $\Rightarrow$ khí thoát ra cho hoàn toàn vào 100 ml H_2SO_4 0,15M. Trung hoà H_2SO_4 dư cần 35 ml NaOH 0,1M.

Viết phương trình, tính khối lượng A trong X.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Số proton trung bình của 3 nguyên tố:

$$\bar{Z} = \frac{42}{9} = 4,67$$

$\Rightarrow$ Có một nguyên tố phi kim có $Z < 4,67 \Rightarrow$ nguyên tố H.

$\Rightarrow$ 2 phi kim còn lại trong Y ở một chu kỳ và 2 phân nhóm chính liên tiếp nên số proton tương ứng là (Z) và (Z + 1).

* Xét 3 trường hợp:

a) A có 2 nguyên tử H: $\begin{cases} 2 + 3Z + 4(Z + 1) = 42 \\ 2 + 3(Z + 1) + 4Z \end{cases} \Rightarrow Z = 5,14$

b) A có 3 nguyên tử H: $\begin{cases} 3 + 2Z + 4(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = 5,8 \\ 3 + 2(Z + 1) + 4Z = 42 \Rightarrow Z = 6,17 \end{cases}$

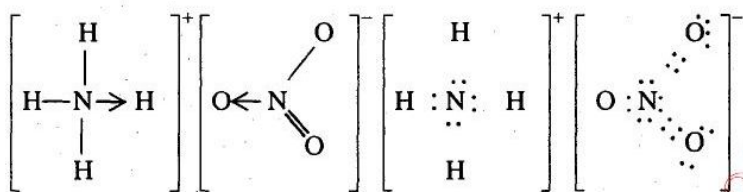
c) A có 4 nguyên tử H: $\begin{cases} 4 + 2(Z + 1) + 3Z = 42 \Rightarrow Z = 7,2 \\ 4 + 2Z + 3(Z + 1) = 42 \Rightarrow Z = 7(N) \end{cases}$

Và $(Z + 1) = 8 \Rightarrow$ Đó là nguyên tố ${}_7\text{N}$ và ${}_8\text{O}$.

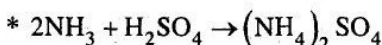
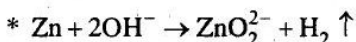
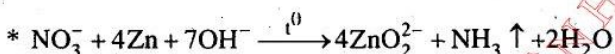
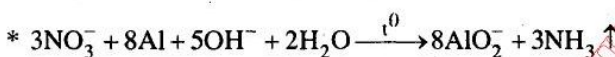
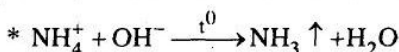
$\Rightarrow$ Công thức phân tử A: $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$ hay NH_4NO_3 (amonit nitrat).

* Công thức cấu tạo A:

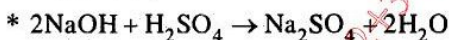
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



b) Phương trình phản ứng có thể xảy ra:



$$2x \leftarrow y$$



$$2y \leftarrow y$$

$$n_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_4^+} + n_{\text{NO}_3^-}$$

$$\Rightarrow x \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ tạo ra } 2x \text{ mol } \text{NH}_3$$

$$\begin{cases} n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = x + y = 0,1 \cdot 0,15 = 0,015 \\ n_{\text{NaOH}} = 2y = 0,035 \cdot 0,1 = 0,0035 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,01325 \\ y = 0,00175 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{số mol } \text{NH}_4\text{NO}_3 = x = 0,01325$$

$$\text{Vậy ở X: } m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,01325 \times 80 = 1,06(\text{g})$$

$$m_{\text{tạp chất}} = 2,5 - 1,06 = 1,44(\text{g}).$$

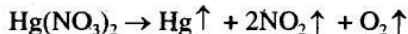
20. Trong mỗi chén sứ A, B, C đựng một muối nitrat vô cơ. Nung các chén sứ ở nhiệt độ cao ngoài không khí tới phản ứng hoàn toàn, sau đó làm nguội người ta thấy:

- Trong chén A không còn dấu vết gì.
- Cho dung dịch HCl vào chén B thấy có khí không màu, hoá nâu ngoài không khí bay ra.
- Trong chén C còn lại chất rắn màu nâu đỏ.

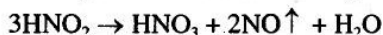
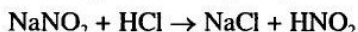
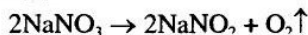
Hãy cho biết trong mỗi chén sứ A, B, C đựng muối gì?

Phân tích và hướng dẫn giải

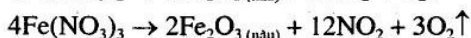
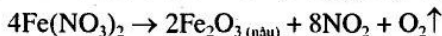
- Chén A không còn dấu vết chứng tỏ muối đã nhiệt phân chuyển hết thành thể hơi và khí, do đó muối có thể là NH_4NO_3 hoặc $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.



– Sản phẩm sau nhiệt phân muối của chén B tác dụng với HCl cho khí không màu chứng tỏ ban đầu là muối nitrat của kim loại mạnh như NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$:



– Chén C chứa muối nitrat của sắt: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$:



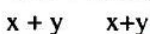
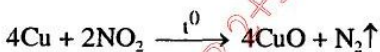
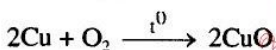
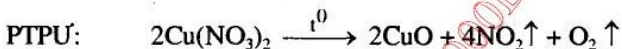
21. Nung nóng 34,6 gam hỗn hợp X gồm $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ và Cu trong bình kín đến khối lượng không đổi thu được chất rắn Y. Để hoà tan hết Y cần vừa đủ 500ml dung dịch H_2SO_4 loãng 0,5M. Tính khối lượng của $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ trong X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,25(\text{mol})$

Gọi x, y lần lượt là số mol của $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ và Cu trong hỗn hợp X. Ta có:

$$188x + 64y = 34,6 \quad (1)$$



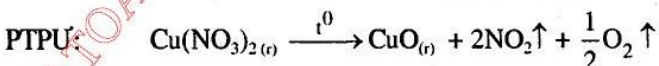
$$\text{Ta có: } x + y = 0,25 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2) ta có: } x = 0,15; y = 0,1.$$

$$\text{Vậy } m_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,15.188 = 28,2 (\text{gam})$$

22. Nung 9,40 gam $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ sau phản ứng thu được 7,24 gam chất rắn. Hấp thụ toàn bộ khí thoát ra vào nước được 0,5 lít dung dịch có pH = a. Tính a.

Phân tích và hướng dẫn giải



⇒ Khối lượng chất rắn giảm bằng tổng khối lượng khí NO_2 và O_2 .

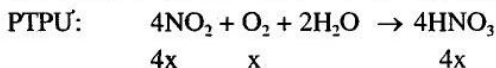
$$\text{Do đó: } m_{\text{O}_2 + \text{NO}_2} = 9,40 - 7,24 = 2,16 (\text{gam})$$

$$\text{Theo PTPƯ trên ta thấy } n_{\text{NO}_2} : n_{\text{O}_2} = 4 : 1$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Gọi x là số mol $O_2 \Rightarrow$ số mol NO_2 là $4x$.

Ta có: $32x + 46 \cdot 4x = 2,16 \Rightarrow x = 0,01$ (mol)



$$\Rightarrow n_{HNO_3} = 4x = 0,04 \text{ (mol)} \Rightarrow [H^+] = C_{HNO_3} = \frac{0,04}{0,5} = 0,08 \text{ (M)}$$

Vậy $pH = -\lg 0,08 = 1,10 = a$.

23. Cho 14,4 gam hỗn hợp Mg, Cu, Fe có số mol bằng nhau vào 0,8 lít dung dịch H_2SO_4 1M (loãng). Cần phải thêm ít nhất bao nhiêu gam $NaNO_3$ vào hỗn hợp sau phản ứng thì không còn khí NO (sản phẩm khử duy nhất) thoát ra?

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{H_2SO_4} = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ (mol)} \Rightarrow n_{H^+} = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ (mol)}$

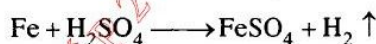
Gọi a là số mol mỗi kim loại trong hỗn hợp

$$\Rightarrow a(24 + 64 + 56) = 14,4 \Rightarrow a = 0,1 \text{ (mol)}$$

- * Phản ứng với H_2SO_4 (l):



$$0,1 \rightarrow 0,1$$

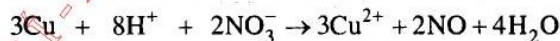


$$0,1 \rightarrow 0,1$$

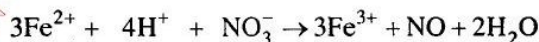
Sau phản ứng có: 0,1 mol $FeSO_4$; 0,1 mol Cu

$$1,6 - 0,1 \cdot 2 - 0,1 \cdot 2 = 1,2 \text{ mol } H^+$$

- * Khi cho $NaNO_3$ vào hỗn hợp sau phản ứng:



$$0,1 \rightarrow 0,8/3 \rightarrow 0,2/3$$



$$0,1 \rightarrow 0,4/3 \rightarrow 0,1/3$$

Vì H^+ còn dư ($0,4/3 + 0,8/3 = 0,4 < 1,2$) nên Fe^{2+} và Cu phản ứng hết

$$\text{Vậy } m_{NaNO_3} = (0,1/3 + 0,2/3) \cdot 85 = 8,50 \text{ (gam)}$$

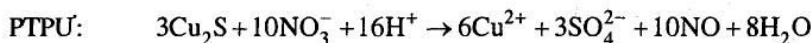
24. Cho 4,8 gam bột Cu_2S vào 120 ml dung dịch $NaNO_3$ 1M, sau đó thêm 200 ml dung dịch HCl 1M vào, kết thúc phản ứng thu được dung dịch X và V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đktc). Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{Cu_2S} = 4,8 / 160 = 0,03 \text{ (mol)}$

$$n_{NaNO_3} = 0,12 \text{ (mol)}; n_{HCl} = 0,2 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NO}_3^-} = 0,12 \text{ (mol)}; n_{\text{H}^+} = 0,2 \text{ (mol)}.$$



$$\text{Ban đầu: } 0,03 \quad 0,12 \quad 0,2$$

$$\text{Phản ứng: } 0,03 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,16 \rightarrow 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V_{\text{NO}} = V = 0,1.22,4 = 2,24 \text{ (lít)}.$$

25. Cho hỗn hợp bột gồm Al và Fe vào dung dịch hỗn hợp gồm AgNO_3 và $\text{Cu(NO}_3)_2$ sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được hỗn hợp chất rắn gồm 3 kim loại và dung dịch X. Cho X tác dụng với dung dịch NaOH dư, lọc lấy kết tủa nung trong không khí đến khối lượng không đổi thì thu được chất rắn gồm những chất nào?

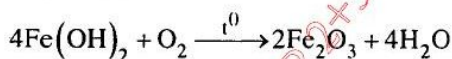
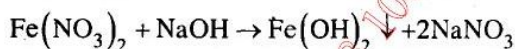
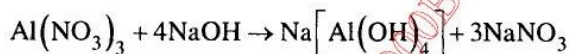
Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Sơ đồ: } \text{Al, Fe} + \text{AgNO}_3, \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow 3 \text{ kim loại.}$$

Suy ra 3 kim loại là Ag, Cu, Fe.

Vì, Fe còn dư $\Rightarrow \text{AgNO}_3, \text{Cu(NO}_3)_2$ phải phản ứng hết. Do đó dung dịch X chứa $\text{Al(NO}_3)_3$ và $\text{Fe(NO}_3)_2$

X + dd NaOH dư:



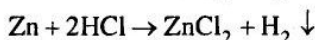
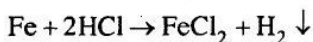
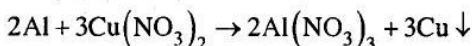
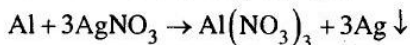
26. Cho 5,91 gam hỗn hợp 3 kim loại gồm Zn, Fe và Al vào 100 ml dung dịch hỗn hợp $\text{Cu(NO}_3)_2$ 1,5M và AgNO_3 1,5M. Sau phản ứng thu được dung dịch A chứa một muối (a gam) và hỗn hợp rắn B (b gam). Cho B vào dung dịch HCl dư thu được 3,99 gam muối clorua, chất rắn X (x gam) và khí Y (y lít).

1. Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra

2. Tính a, b, x, y. Biết thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. PTHH:



2. Theo bài ra ta có:

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1.1,5 = 0,15 \text{ (mol)}$$

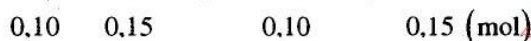
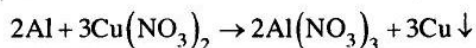
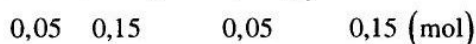
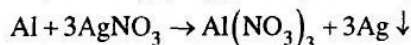
$$n_{\text{Cu(NO}_3)_2} = 0,1.1,5 = 0,15 \text{ (mol)}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

Dung dịch chỉ chứa một muối đó là $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

Chất rắn B gồm 4 kim loại là: Ag, Cu, Fe và Zn.

* Vậy Al tan hết tạo muối $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ và Zn, Fe chưa phản ứng:

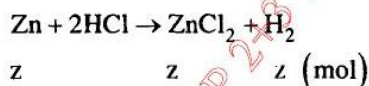
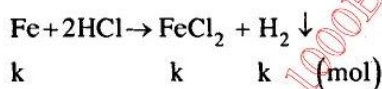


$$a = 213 \times (0,05 + 0,10) = 31,95 \text{ (gam)}$$

$$m_{\text{Al}} = 27 \times (0,10 + 0,05) = 4,05 \text{ (gam)}$$

$$m_{\text{Fe, Zn}} = 5,91 - 4,05 = 1,86$$

$$b = 1,86 + 0,15 \times 108 + 0,15 \times 64 = 27,66 \text{ (gam)}$$



$$x = 0,15 \times 108 + 0,15 \times 64 = 25,8 \text{ (gam)}$$

$$\begin{cases} 56k + 65z = 1,86 \\ 127k + 136z = 3,99 \end{cases}$$

$$\text{Suy ra } k = 0,01; z = 0,02.$$

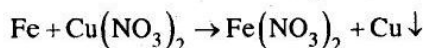
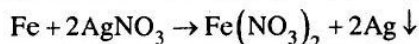
$$y = V_{\text{H}_2} = 22,4 \times (0,01 + 0,02) = 0,672 \text{ (lít)}.$$

27. Cho m gam bột sắt tác dụng với dung dịch A gồm AgNO_3 và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ thì thu được chất rắn B và dung dịch C. Cho C tác dụng với dung dịch NaOH dư, không có không khí, thu được a gam kết tủa gồm hai hidroxit kim loại. Nung kết tủa trong không khí đến khối lượng không đổi thu được b gam chất rắn. Cho các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Viết các phương trình phản ứng xảy ra và chứng minh rằng: $m = 8,575b - 7a$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt x_1 ; y_1 là số mol của AgNO_3 và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ trong A.

– Vì độ hoạt động của $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+}$ nên Fe sẽ phản ứng với AgNO_3 trước:



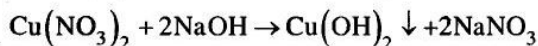
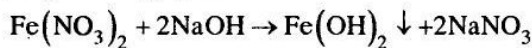
Vì khi cho C tác dụng với NaOH tạo ra 2 hidroxit kim loại nên trong C chỉ có thể có $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ dư vì phản ứng hoàn toàn nên Fe hết.

(y_2 : số mol Fe phản ứng với $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$).

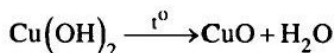
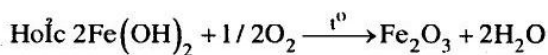
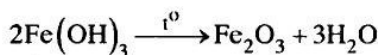
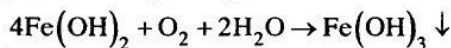
Rắn B gồm Ag, Cu;

C gồm: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 : x_2 / 2 + y_2$ mol và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 : y_1 - y_2$ mol

– Phản ứng với dung dịch NaOH:



– Nung kết tủa trong không khí:



Ta có: $m_{\text{Fe}} = m = 56 \left(\frac{x_1}{2} + y_2 \right)$

$$90 \left(\frac{x_1}{2} + y_2 \right) + 98(y_1 - y_2) = a \quad (-1)$$

$$80 \left(\frac{x_1}{2} + y_2 \right) + 80(y_1 - y_2) = b \quad 98/80$$

$$\Rightarrow 8 \left(\frac{x_1}{2} + y_2 \right) = \frac{98b}{80} - a = \frac{8m}{56}$$

Vậy: $m = 8,575b - 7a$ (đpcm).

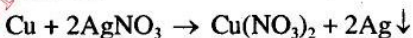
28. Cho 80g bột đồng vào 200 ml dung dịch AgNO_3 , sau một thời gian phản ứng, đem lọc thu được dung dịch A vào 95,2g chất rắn B. Cho tiếp 80g bột Pb vào dung dịch A, phản ứng xong đem lọc thì tách được dung dịch D chỉ chứa một muối duy nhất và 67,05g chất rắn E.

Cho 40g bột kim loại R (có hoá trị 2) vào 1/10 dung dịch D, sau phản ứng hoàn toàn đem lọc thì tách được 44,575g chất rắn F.

Tính nồng độ mol của dung dịch AgNO_3 và xác định kim loại R.

Phân tích và hướng dẫn giải

* $\text{Cu} + \text{AgNO}_3$:



Khi 1 mol Cu phản ứng thì khối lượng tăng 152 (gam).

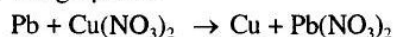
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Vậy khi khối lượng tăng $(95,2 - 80)$ gam thì x mol Cu phản ứng

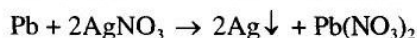
$$\Rightarrow x = (95,2 - 80) \cdot 1/152 = 0,1 \text{ (mol)}$$

Trong dung dịch A có $0,1$ mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ và AgNO_3 dư.

* Pb + dung dịch A:



$$0,1 \leftarrow 0,1 \quad \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,1 \text{ (mol)}$$



$$y \leftarrow 2y \quad \rightarrow 2y \quad \rightarrow y \text{ (mol)}$$

$$\text{Theo bài ra, ta có: } 207 \cdot (0,1 + y) - (0,1 \cdot 64 + 2 \cdot y \cdot 108) = 80 - 67,05$$

$$\Rightarrow 20,7 + 207y - 6,4 - 216y = 12,95$$

$$\Rightarrow 9y = 1,35 \quad \Rightarrow y = 0,15$$

$$\text{Suy ra tổng số mol AgNO}_3: n_{\text{AgNO}_3} = 2x + 2y = 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 = 0,5 \text{ (mol)}$$

$$\text{Vậy } C_{\text{AgNO}_3} = \frac{n}{V} = \frac{0,5}{0,2} = 2,5\text{M}$$

* Xác định kim loại R:

– Trong dung dịch D có $(0,1 + y)$ mol $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

$$\Rightarrow \text{Có } 0,1 + 0,15 = 0,25 \text{ mol } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$$

– Trong 1/10 dung dịch D có $0,25/10 = 0,025$ mol $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.



$$0,025 \leftarrow 0,025 \quad \rightarrow 0,025 \text{ (mol)}$$

$$\text{Theo bài ra ta có: } 0,025 \cdot (207 - R) = 44,575 - 40 = 4,575$$

$$\Rightarrow 207 - R = 4,575/0,025 = 183 \Rightarrow R = 207 - 183 = 24 \text{ (Mg)}$$

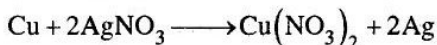
29. Ngâm một thanh đồng vào 250 gam dung dịch AgNO_3 6,8%. Sau một thời gian nhấc thanh đồng ra, thu được dung dịch X có khối lượng là 243,92 gam (giả sử Ag sinh ra bám hết vào thanh đồng).

1. Tính nồng độ phần trăm các chất trong dung dịch X.

2. Để phản ứng hết với các chất trong dung dịch X phải dùng 3,25 gam kim loại M có hóa trị không đổi. Xác định tên kim loại M.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng xảy ra:



$$\text{Số mol AgNO}_3 \text{ ban đầu: } \frac{250 \cdot 6,8}{100 \cdot 170} = 0,1 \text{ (mol)}$$

Gọi x là số mol Cu phản ứng.

$$\text{Ta có khối lượng dung dịch giảm: } m_{\text{dd} \downarrow} = 250 - 243,92 = 6,08 = 2x \cdot 108 - 64x$$

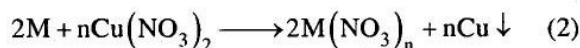
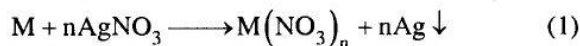
$$\Rightarrow x = 0,04 \text{ (mol)}$$

Nồng độ phần trăm các chất sau phản ứng:

$$C\%_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0,04 \cdot 188}{243,92} \cdot 100 = 3,083\%$$

$$C\%_{\text{AgNO}_3} = \frac{(0,1 - 0,08) \cdot 170}{243,92} \cdot 100 = 1,394\%$$

Các phương trình xảy ra:



Từ (1) và (2) ta có:
$$n_{\text{M}} = \frac{0,02}{n} + \frac{0,08}{n} = \frac{0,1}{n}$$

Vậy
$$3,25 = \frac{0,1A}{n} \Rightarrow A = 32,5n$$

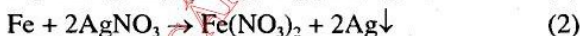
Với $n = 2$ suy ra $A = 65$ (Zn).

30. Cho 6,44(g) hỗn hợp Mg và Fe vào 500 ml dung dịch AgNO_3 . Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được chất rắn A nặng 24,36(g) và dung dịch B. Cho dung dịch NaOH dư tác dụng với dung dịch B, lọc kết tủa, nung trong không khí đến khối lượng không đổi, thu được 7(g) chất rắn.

- Tính % khối lượng của hỗn hợp kim loại ban đầu ?
- Tính nồng độ của mol của dung dịch AgNO_3 ban đầu ?

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:



(Do $\text{Mg} > \text{Fe} > \text{Ag} \rightarrow$ Phản ứng (1) và (2) lần lượt xảy ra)

Theo giả thiết $\frac{6,44}{56} = 0,115 < \text{số mol hỗn hợp kim loại} < \frac{6,44}{24} = 0,268$.

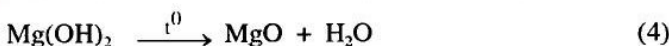
Theo phương trình: Nếu hỗn hợp kim loại phản ứng hết

$\rightarrow n_{\text{Ag}}$ giải phóng $> 0,23$ mol

$\Rightarrow m_{\text{Ag}}$ giải phóng $> 0,23 \cdot 108 = 24,84 \text{ g} > 24,36$.

$\Rightarrow$ Hỗn hợp kim loại còn dư, AgNO_3 phản ứng hết.

- * **Trường hợp (1):** AgNO_3 phản ứng hết với Mg $\rightarrow$ Mg phản ứng một phần hoặc vừa hết, Fe chưa phản ứng. Có thêm phản ứng.



$\Rightarrow m_{\text{MgO}} = 7 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{MgO}} = 0,175 \text{ mol}$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow n_{\text{Mg phản ứng}} = 0,175 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_A = (6,44 - 0,175 \cdot 24) + m_{\text{Ag}}$$

Theo phương trình (1): $n_{\text{Ag}} = 2n_{\text{Mg}} = 0,35 \text{ mol}$

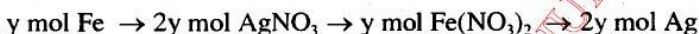
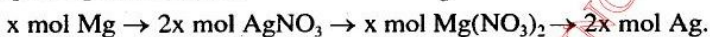
$$\Rightarrow m_A = (6,44 - 0,175 \cdot 24) + 0,35 \cdot 108 = 40,04 > 24,36 \Rightarrow \text{loại}$$

* **Trường hợp (2):** AgNO_3 hết, Mg hết, Fe phản ứng một phần.

Giả sử n_{Mg} phản ứng = $x \text{ mol}$, n_{Fe} phản ứng = $y \text{ mol}$, n_{Fe} dư = $z \text{ mol}$.

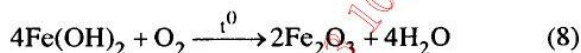
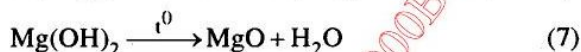
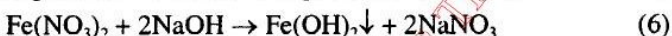
$$\Rightarrow 24x + 56 \cdot (y + z) = 6,44 \quad (\text{I})$$

Theo phương trình (1), (2):



$$\Rightarrow m_A = (2x + 2y) \cdot 108 + 56z = 24,36 \quad (\text{II})$$

Lại có phản ứng:



Theo (5), (6), (7), (8):



$$\Rightarrow m_{\text{CK}} = 40x + 80y = 7 \quad (\text{III})$$

$$\text{Từ (I), (II), (III) ta có hệ phương trình: } \begin{cases} 24x + 56y + 56z = 6,44 \\ 216x + 216y + 56z = 24,36 \\ 40x + 80y = 7 \end{cases}$$

$$\text{Giải hệ ta có nghiệm } \begin{cases} x = 0,035 \\ y = 0,07 \\ z = 0,03 \end{cases}$$

* Vậy hỗn hợp đầu có:

$$\%m_{\text{Mg}} = \frac{0,035 \times 24}{6,44} \times 100\% = 13,04\%$$

$$\%m_{\text{Fe}} = \frac{(0,07 + 0,03) \times 56}{6,44} \times 100\% = 86,96\%$$

* Theo phương trình (1), (2): $n_{\text{AgNO}_3} = 2 \cdot (x + y) = 2 \cdot (0,035 + 0,07) = 0,21 \text{ mol}$

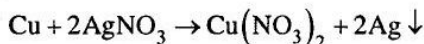
$$C_M(\text{AgNO}_3) = \frac{0,21}{0,5} = 0,42\text{M}$$

31. Cho m gam bột Cu vào 400 ml dung dịch AgNO_3 0,2M, sau một thời gian phản ứng thu được 7,76 gam hỗn hợp chất rắn X và dung dịch Y. Lọc tách X, rồi thêm 5,85 gam bột Zn vào Y, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 10,53 gam chất rắn Z. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

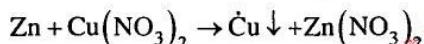
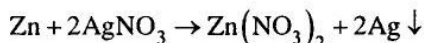
Theo bài ra: $n_{\text{AgNO}_3} = 0,4 \cdot 0,2 = 0,08 \text{ (mol)}$; $n_{\text{Zn}} = 5,85 / 65 = 0,09 \text{ (mol)}$

Vì $2n_{\text{Zn}} > n_{\text{AgNO}_3}$ ($2 \cdot 0,09 > 0,08$) $\Rightarrow$ Zn còn dư sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn.



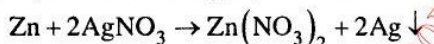
$\Rightarrow$ X (rắn): Ag, Cu (chưa phản ứng)

Y (dung dịch): AgNO_3 (chưa phản ứng), $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$



$\Rightarrow$ Z (rắn): Ag, Cu, Zn (dư)

Vậy thực chất của thí nghiệm trên là:



$$0,04 \leftarrow 0,08 \rightarrow 0,08 \text{ (mol)}$$

Do đó: $m_X + m_Z = m + m_{\text{Ag}} + m_{\text{Zn}} \text{ (dư)}$

$$\Rightarrow 7,76 + 10,53 = m + 0,08 \cdot 108 + (0,09 - 0,04) \cdot 65 \Rightarrow m = 6,40$$

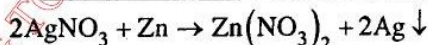
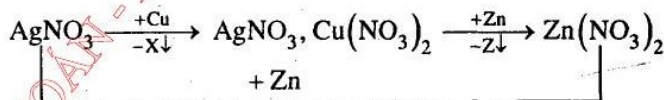
Đáp án đúng là A.

Cách khác:

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,08 \text{ mol}; n_{\text{Zn}} = 0,09 \text{ (mol)}$$

Vì $2n_{\text{Zn}} = 0,18 > n_{\text{AgNO}_3} = 0,08 \Rightarrow$ Zn (dư)

Sơ đồ tóm tắt:



$$0,08 \rightarrow 0,04 \text{ (mol)}$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng, ta có:

$$m_{\text{AgNO}_3} + m_{\text{Zn}} + m_{\text{Cu}} = m_X + m_Z + m_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$\Rightarrow m_{\text{Cu}} = m = m_{\text{X}} + m_{\text{Z}} + m_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2} - m_{\text{AgNO}_3} - m_{\text{Zn}}$$

$$\Rightarrow m = 7,76 + 10,53 + 0,04.189 - 0,08.170 - 5,85 \Rightarrow m = 6,4 (\text{gam})$$

32. Hoà tan 1,57 gam hỗn hợp bột kim loại gồm Al, Zn vào 100 ml dung dịch hỗn hợp AgNO_3 0,1M và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,3 M. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được chất rắn X và dung dịch Y chỉ chứa hai muối. Ngâm X trong dung dịch H_2SO_4 loãng không thấy có khí thoát ra. Cho dung dịch NH_3 dư vào Y thì thu được bao nhiêu gam kết tủa?

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{AgNO}_3} = 0,1.0,1 = 0,01 (\text{mol})$; $n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,1.0,3 = 0,03 (\text{mol})$

Sơ đồ phản ứng: $\text{Al, Zn} + \text{AgNO}_3, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{X}_{(r)} + 2 \text{ muối (dd)}$

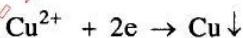
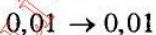
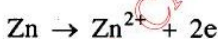
Suy ra:

+ Hai muối là $\text{Al}(\text{NO}_3)_3, \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow \text{AgNO}_3, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ hết

+ Chất rắn X không tác dụng với H_2SO_4 loãng $\Rightarrow$ X chứa Ag và Cu (Al, Zn đều hết)

Do đó, Al và Zn phản ứng vừa đủ với AgNO_3 và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

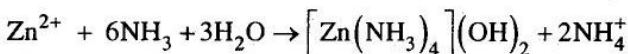
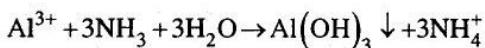
Quá trình cho – nhận electron:



$$\Rightarrow 3x + 3y = 0,01 + 0,06 = 0,07 \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác: } 27x + 65y = 1,57 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1, 2)} \Rightarrow x = 0,01; y = 0,02$$

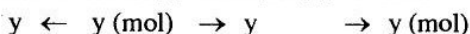
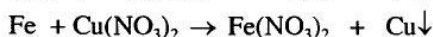
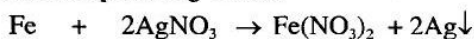


$$\text{Khối lượng kết tủa thu được: } m \downarrow = 78x = 78.0,01 = 0,78 (\text{g})$$

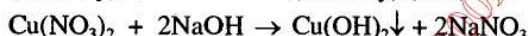
33. Cho m gam bột Fe vào dung dịch A gồm AgNO_3 và $\text{Cu(NO}_3)_2$, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được chất rắn B và dung dịch nước lọc C. Cho nước lọc C tác dụng với NaOH dư thu được 36,8 gam kết tủa của 2 hidroxit kim loại. Nung kết tủa trong không khí đến khối lượng không đổi thu được 32 gam hỗn hợp các oxit kim loại. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

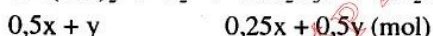
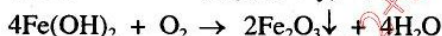
Nhận xét: Khi cho nước lọc C tác dụng với NaOH dư thu được kết tủa của 2 hidroxit kim loại, nung kết tủa trong không khí đến khối lượng không đổi thu được hỗn hợp các oxit kim loại (2 oxit kim loại khác nhau) $\Rightarrow$ 2 oxit đó là Fe_2O_3 và $\text{CuO} \Rightarrow$ 2 hidroxit là Fe(OH)_2 , $\text{Cu(OH)}_2 \Rightarrow$ trong dung dịch C có $\text{Fe(NO}_3)_2$, $\text{Cu(NO}_3)_2$ dư $\Rightarrow \text{AgNO}_3$ phản ứng hết; $\text{Cu(NO}_3)_2$ có thể đã phản ứng một phần. Gọi x, y, z lần lượt là số mol AgNO_3 ; $\text{Cu(NO}_3)_2$ đã phản ứng với Fe; $\text{Cu(NO}_3)_2$ còn dư sau phản ứng với sắt.



C gồm: $(0,5x + y)$ mol $\text{Fe(NO}_3)_2$; z mol $\text{Cu(NO}_3)_2$ dư.



$$\text{Ta có:} \quad 90(0,5x + y) + 98z = 36,8 \quad (1)$$



$$\text{Ta có:} \quad 160(0,25x + 0,5y) + 80z = 32 \Rightarrow 0,5x + y + z = 0,4 \quad (2)$$

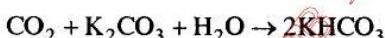
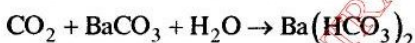
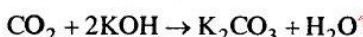
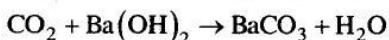
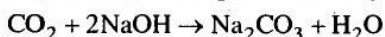
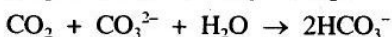
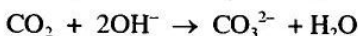
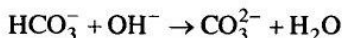
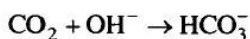
$$\text{Từ (1, 2) ta có:} \quad z = 0,1; 0,5x + y = 0,3$$

$$\text{Vậy} \quad m = 56 \cdot (0,5x + y) = 56 \cdot 0,3 = 16,8 \text{ (gam)}.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Chuyên đề 13. CO₂ PHẢN ỨNG VỚI DUNG DỊCH KIỀM

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Hấp thụ hoàn toàn 1,568 lít CO₂ (đktc) vào 500 ml dung dịch NaOH 0,16M, thu được dung dịch X. Thêm 250 ml dung dịch Y gồm BaCl₂ 0,16M và Ba(OH)₂ aM vào dung dịch X, thu được 3,94 gam kết tủa và dung dịch Z. Tính giá trị của a.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{1,568}{22,4} = 0,07 \text{ (mol)}; n_{\text{NaOH}} = 0,5 \times 0,16 = 0,08 \text{ (mol)};$$

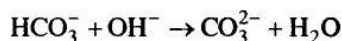
$$n_{\text{BaCl}_2} = 0,25 \times 0,16 = 0,04 \text{ (mol)}; n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,2a \text{ (mol)};$$

$$n_{\text{BaCO}_3} = \frac{3,94}{197} = 0,02 \text{ (mol)}.$$

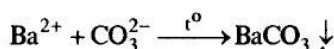
PTHH xảy ra:



$$0,07 \quad 0,08 \quad 0,07$$



$$0,07 \quad 0,01 \quad 0,01$$



$$0,02 \quad 0,02$$

Do kết tủa thu được bằng 0,02 mol, do đó lượng OH⁻ cho thêm vào bằng 0,01 mol.

Ta có: OH⁻ = 0,5a → 0,5a = 0,01 → a = 0,02.

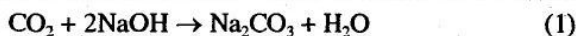
2. Hấp thụ hết V lít khí CO_2 (đktc) vào dung dịch chứa a mol NaOH được dung dịch A. Biết rằng nếu cho từ từ dung dịch HCl vào dung dịch A thì phải mất 50 ml dung dịch HCl 1M mới thấy bắt đầu có khí thoát ra. Mặt khác, cho dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư vào dung dịch A được 7,88 gam kết tủa.

Tính V (đktc) và số mol NaOH trong A.

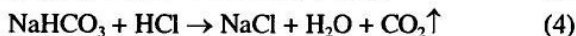
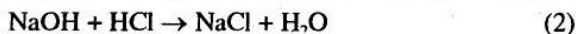
Phân tích và hướng dẫn giải

Khi cho từ từ HCl vào dung dịch A phải hết 50 ml mới thấy có khí thoát ra, do vậy trong A phải chứa NaOH dư hoặc Na_2CO_3 .

* TH1: Dung dịch NaOH dư, khi đó xảy ra các phản ứng:



Dung dịch A có Na_2CO_3 và NaOH dư, khi cho từ từ HCl vào A có các phản ứng:



Khi cho $\text{Ba}(\text{OH})_2$ vào dung dịch A có phản ứng:



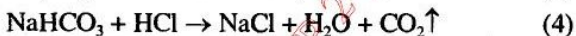
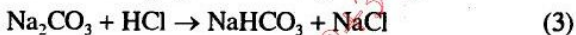
Theo các phương trình phản ứng:

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,04 \text{ mol} \rightarrow V_{\text{CO}_2} = 0,896 \text{ (lít)}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 2n_{\text{CO}_2} + n_{\text{HCl}} - n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 2 \cdot 0,04 + 0,05 - 0,04 = 0,09 \text{ mol}$$

* TH2: Dung dịch A chứa hỗn hợp hai muối Na_2CO_3 và NaHCO_3 :

Cho HCl vào dung dịch A có các phản ứng:



Theo (3) $n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = n_{\text{HCl}} = 0,05 \text{ (mol)}$

Khi cho dung dịch A tác dụng với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư có các phản ứng:

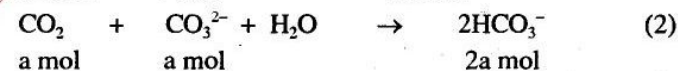
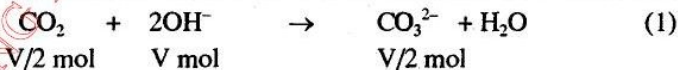


$$n_{\text{BaCO}_3} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + n_{\text{NaHCO}_3} = 0,05 + n_{\text{NaHCO}_3} > 0,04 \text{ (mol)} \rightarrow \text{Vô lí.}$$

3. Hấp thụ hoàn toàn 8,96 lít khí CO_2 (ở đktc) vào V lít dung dịch chứa KOH 1M và Na_2CO_3 0,5M. Dung dịch thu được có 79,4 gam muối. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng khi cho CO_2 vào dung dịch hỗn hợp K^+ , OH^- , CO_3^{2-} , Na^+ :



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

- Nếu $V \geq 0,8$ lít thì chỉ phản ứng (1) xảy ra, khối lượng các muối là:

$$m = 0,4 \cdot (39 \cdot 2 + 60) + 0,5V \cdot 106 = 79,4 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow V = 0,457 \text{ lít} < 0,8 \text{ lít (loại)}.$$

- Nếu $V < 0,8$ lít thì có cả phản ứng (1) và (2) xảy ra, ta có:

$$V/2 + a = 0,4 \text{ mol và tổng khối lượng muối bằng:}$$

$$(V-a) 60 + 61 \cdot 2a + 39 \cdot V + 23 \cdot V = 79,4 \text{ gam.}$$

Giải ra ta có $V = 0,6$ lít, thỏa mãn điều kiện $V < 0,8$ lít.

4. Cho V lít CO_2 (đktc) hấp thụ hoàn toàn vào 500 ml dung dịch NaOH $a\text{M}$ thu được dung dịch B. Nếu cho từ từ 800 ml dung dịch HCl $0,2\text{M}$ vào B, khi kết thúc phản ứng thu được 0,672 lít khí (đktc). Nếu cho dung dịch Ca(OH)_2 dư vào B thì thu được 10 gam kết tủa.

1. Tính V và a .

2. Tính nồng độ (mol/l) của các chất trong dung dịch B. Biết thể tích dung dịch không đổi.

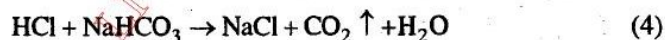
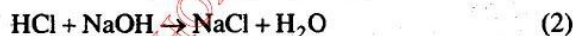
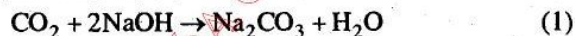
Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có: $n_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 0,8 = 0,16 \text{ (mol)}$; $n_{\text{CO}_2} = \frac{0,672}{22,4} = 0,03 \text{ (mol)}$

$n_{\text{HCl}} > n_{\text{CO}_2} \Rightarrow$ trong dung dịch B có NaOH dư và Na_2CO_3 , không thể có NaHCO_3 .

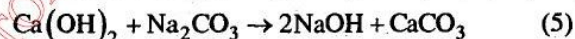
$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ (mol)} \Rightarrow \text{số mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ trong B là } 0,1 \text{ (mol)}$$

Các phản ứng xảy ra:



Từ (2), (3), (4) $\Rightarrow$ Số mol $\text{HCl} = n_{\text{NaOH dư}} + n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + n_{\text{CO}_2}$

$$\Rightarrow \text{Số mol NaOH trong B} = 0,16 - 0,03 - 0,1 = 0,03 \text{ (mol)}$$



$$\Rightarrow \text{Số mol CO}_2 = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ lít}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,03 + 2 \cdot 0,1 = 0,23 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow a = \frac{0,23}{0,5} = 0,46 \text{ M}$$

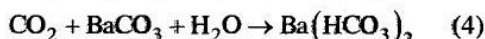
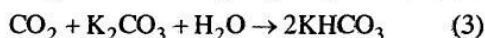
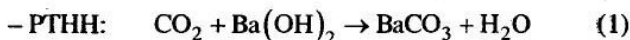
2. Trong B có NaOH $0,03 \text{ (mol)}$; Na_2CO_3 $0,1 \text{ (mol)}$

$$C_{\text{M(Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ M}; C_{\text{M(NaOH)}} = \frac{0,03}{0,5} = 0,06 \text{ M}$$

5. Cho V lít khí CO_2 (đktc) hấp thụ hoàn toàn vào 200 ml dung dịch hỗn hợp KOH 1M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 1,5M thu được 47,28 gam kết tủa. Viết các PTHH xảy ra và tìm V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{KOH}} = 0,2$ (mol); $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,3$ (mol); $n_{\text{BaCO}_3} = 0,24$ (mol)



– Nếu chỉ xảy ra (1) thì lượng CO_2 nhỏ nhất: $V_{\text{CO}_2} = 0,24 \cdot 22,4 = 5,376$ lít

– Nếu xảy ra (1, 2, 3, 4) và BaCO_3 còn lại 0,24 mol thì lượng CO_2 lớn nhất:

$$V_{\text{CO}_2} = (0,3 + 0,2 + 0,06) \cdot 22,4 = 12,544 \text{ lít}$$

– Vậy $V_{\text{CO}_2} = 5,376$ (lít) hoặc $V_{\text{CO}_2} = 12,544$ (lít).

6. Cho V lít CO_2 (ở đktc) hấp thụ hết vào 350 ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,2M thấy tạo thành 7,88 gam kết tủa. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Hấp thụ CO_2 bằng dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ có tạo thành kết tủa $\rightarrow$ phản ứng tạo muối trung hòa hoặc hai muối:



$$n_{\text{BaCO}_3} = 7,88 / 197 = 0,04 \text{ (mol)}; n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,35 \cdot 0,2 = 0,07 \text{ (mol)}$$

+) **Trường hợp 1:** Không có phản ứng (2):

Theo (1): $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{p.r})} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,04 \text{ (mol)} < 0,07 \text{ mol} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$ dư

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,04 \text{ (mol)} \rightarrow V = 0,896 \text{ (l)}$$

+) **Trường hợp 2:** Có phản ứng (2):

Theo (1): $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2(1)} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,04 \text{ (mol)} \rightarrow n_{\text{Ba}(\text{OH})_2(2)} = 0,03 \text{ (mol)}$

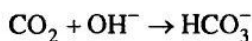
Theo (1), (2): $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} + 2n_{\text{Ba}(\text{OH})_2(2)} = 0,1 \text{ (mol)} \rightarrow V = 2,24 \text{ (l)}$

7. Sục 4,48 lít khí CO_2 (đktc) vào 1 lít dung dịch hỗn hợp $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,12M và NaOH 0,06M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được m gam kết tủa. Tính m.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

Theo bài ra: $n_{\text{CO}_2} = 0,2(\text{mol})$; $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,12(\text{mol})$; $n_{\text{NaOH}} = 0,06(\text{mol})$

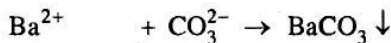
$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,12 \cdot 2 + 0,06 = 0,3(\text{mol}) ; n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,12(\text{mol})$$



$$0,2 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,2$$



$$0,1 \leftarrow (0,3 - 0,2) \rightarrow 0,1$$



$$0,12 > 0,1 \leftarrow 0,1 \rightarrow 0,1$$

$$\text{Vậy } m = 0,1 \cdot 197 = 19,70(\text{gam}).$$

8. Sục V lít CO_2 (điều kiện chuẩn) vào 200 ml dung dịch X gồm $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 1M và NaOH 1M. Sau phản ứng thu được 19,7 gam kết tủa. Tính V.

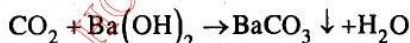
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,2(\text{mol})$; $n_{\text{NaOH}} = 0,2(\text{mol})$

$$\text{Kết tủa là } \text{BaCO}_3 \Rightarrow n_{\text{BaCO}_3} = 19,7 / 197 = 0,1(\text{mol})$$

Vì $n_{\text{BaCO}_3} = 0,1(\text{mol}) < n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,2(\text{mol})$ nên có 2 trường hợp xảy ra:

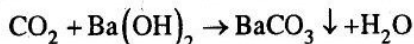
*** Trường hợp 1:** OH^- dư, chỉ xảy ra phản ứng:



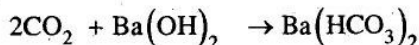
$$0,1 \leftarrow 0,1 \leftarrow 0,1$$

$$\Rightarrow V_{\text{TH1}} = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24(\text{l})$$

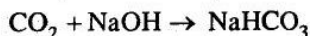
*** Trường hợp 2:** OH^- phản ứng hết, xảy ra các phương trình hoá học sau:



$$0,1 \leftarrow 0,1 \leftarrow 0,1$$



$$0,2 \leftarrow (0,2 - 0,1)$$



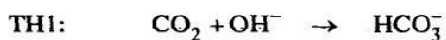
$$0,2 \leftarrow 0,2$$

$$\Rightarrow V_{\text{TH2}} = (0,1 + 0,2 + 0,2) \cdot 22,4 = 11,2(\text{l})$$

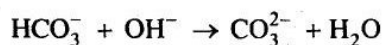
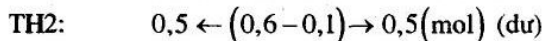
Vậy V có giá trị là 2,24 lít hoặc 11,2 lít.

Cách giải khác: $n_{\text{OH}^-} = 0,2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 1 = 0,6 \text{ (mol)}$

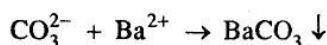
$$n_{\text{Ba}^{2+}} = 0,2 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \leftarrow 0,1 \text{ (dư)} \leftarrow 0,1 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \leftarrow 0,1 \leftarrow 0,1 \text{ (mol)}$$



$$0,1 \leftarrow 0,1 \leftarrow 0,1 \text{ (mol)}$$

Vậy: $V_{\text{TH1}} = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ (l)}$

$$V_{\text{TH2}} = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ (l)}$$

9. Hấp thụ hoàn toàn 2,24 lít CO_2 (đktc) vào 100 ml dung dịch gồm K_2CO_3 0,2M và KOH x mol/lít, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch Y. Cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch BaCl_2 (dư), thu được 11,82 gam kết tủa. Tính x.

Phân tích và hướng dẫn giải

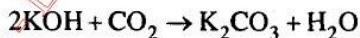
Theo bài ra: $n_{\text{CO}_2} = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ (mol)}$

$$n_{\text{K}_2\text{CO}_3} = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ (mol)}; n_{\text{KOH}} = 0,1 \cdot x = 0,1x \text{ (mol)}$$

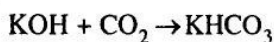
Kết tủa là $\text{BaCO}_3 \Rightarrow n_{\text{BaCO}_3} = 11,82 / 197 = 0,06 \text{ (mol)}$

- Vì $n_{\text{K}_2\text{CO}_3} < n_{\text{BaCO}_3} \Rightarrow$ có phản ứng tạo ra K_2CO_3

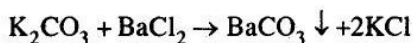
- Vì $n_{\text{CO}_2} > n_{\text{BaCO}_3} - n_{\text{K}_2\text{CO}_3} \Rightarrow$ có phản ứng tạo ra KHCO_3



$$2a \leftarrow a \rightarrow a$$



$$b \leftarrow b \rightarrow b$$



$$(a + 0,02) \rightarrow (a + 0,02)$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Ta có hệ:
$$\begin{cases} a + 0,02 = 0,06 \\ a + b = 0,1 \end{cases} \Rightarrow a = 0,04; b = 0,06$$

Vậy: $x = \frac{2a + b}{0,1} = \frac{2 \cdot 0,04 + 0,06}{0,1} = 1,4$.

10. Hấp thụ hoàn toàn 3,36 lít khí CO_2 (đktc) vào m gam dung dịch hỗn hợp chứa 0,05 mol NaOH; 0,05 mol KOH; 0,05 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Tính khối lượng dịch sau phản ứng.

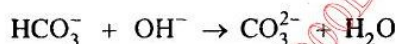
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{CO}_2} = 3,36 / 22,4 = 0,15$ (mol);

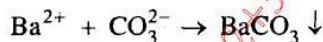
Số mol $\text{OH}^- = 0,05 + 0,05 + 0,05 \cdot 2 = 0,2$ (mol); Số mol $\text{Ba}^{2+} = 0,05$ (mol)



$$0,15 \rightarrow 0,15 \rightarrow 0,15 \text{ (mol)}$$



$$0,05 \leftarrow (0,2 - 0,15) \rightarrow 0,05 \text{ (mol)}$$



$$0,05 \quad 0,05 \rightarrow 0,05 \text{ (mol)}$$

Khối lượng phần dung dịch sau phản ứng:

$$m_{\text{ddsau}} = 0,15 \cdot 44 + m - 0,05 \cdot 197 = m - 3,25 \text{ (g)}$$

11. Cho V lít CO_2 (đktc) hấp thụ hoàn toàn vào 500 ml dung dịch NaOH aM thu được dung dịch B. Nếu cho từ từ 800 ml dung dịch HCl 0,2M vào B, khi kết thúc phản ứng thu được 0,672 lít khí (đktc). Nếu cho dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dư vào B thì thu được 10 gam kết tủa.

1. Tính V và a.

2. Tính nồng độ (mol/l) của các chất trong dung dịch B. Biết thể tích dung dịch không đổi.

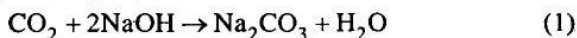
Phân tích và hướng dẫn giải

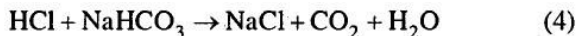
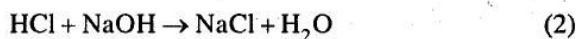
Ta có: $n_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 0,8 = 0,16$ (mol); $n_{\text{CO}_2} = \frac{0,672}{22,4} = 0,03$ (mol)

$n_{\text{HCl}} > n_{\text{CO}_2} \Rightarrow$ trong dung dịch B có NaOH dư và Na_2CO_3 , không thể có NaHCO_3 .

$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{10}{100} = 0,1$ (mol) $\Rightarrow$ số mol Na_2CO_3 trong B là 0,1 (mol)

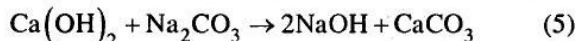
Các phản ứng xảy ra:





Từ (2), (3), (4) $\Rightarrow$ Số mol HCl = $n\text{NaOH dư} + n\text{Na}_2\text{CO}_3 + n\text{CO}_2$

$\Rightarrow$ Số mol NaOH trong B = $0,16 - 0,03 - 0,1 = 0,03$ (mol)



$\Rightarrow$ Số mol $\text{CO}_2 = 0,1$ (mol) $\Rightarrow V = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24$ lít

$\Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,03 + 2 \cdot 0,1 = 0,23$ (mol) $\Rightarrow a = \frac{0,23}{0,5} = 0,46$ M

2. Trong B có NaOH 0,03 (mol); Na_2CO_3 0,1 (mol)

$$C_{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ M}; C_{M(\text{NaOH})} = \frac{0,03}{0,5} = 0,06 \text{ M}$$

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

12. Cho dung dịch A chứa NaOH 0,05M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,02M.

a. Trộn 100 ml dung dịch A với 400 ml dung dịch H_2SO_4 (pH = 2) thu được dung dịch B. Tính pH của B.

b. Sục V lít khí CO_2 vào 4 lít dung dịch A chứa NaOH 0,05M và $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,02M ta thu được 5,91 gam kết tủa. Hãy tính V?

Phân tích và hướng dẫn giải

a) $n(\text{OH}^-) = 0,009$ mol; $n\text{H}^+ = 0,004$ mol

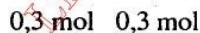
$\rightarrow \text{OH}^-$ dư, $n\text{OH}^- = 0,005$ mol $\rightarrow [\text{OH}^-] = 0,01\text{M} \rightarrow \text{pH} = 12$

b) $n\text{OH}^- = 0,36$ mol; $n\text{BaCO}_3 = 0,03$ mol

* Trường hợp 1: OH^- dư

$n\text{CO}_2 = n\text{BaCO}_3 = 0,03$ mol $\rightarrow V(\text{CO}_2) = 0,672$ lít.

* Trường hợp 2: Tạo ra hai muối



$V(\text{CO}_2) = 0,33 \cdot 22,4 = 7,392$ lít.

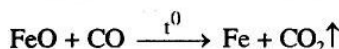
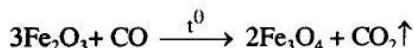
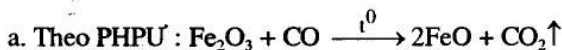
13. Thổi khí CO qua ống sứ đựng m gam Fe_2O_3 đun nóng, sau một thời gian thu được 5,44 gam chất rắn X (chứa 4 chất) và 1,344 lít CO_2 (đktc).

a. Viết các phương trình phản ứng và tính m.

b. Lấy 1/5 lượng CO_2 sinh ra ở trên, cho vào 0,5 lít dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thu được 0,2 gam kết tủa và khi đun nóng dung dịch tạo thành, kết tủa lại tăng lên m_1 gam. Tính nồng độ mol của dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ đã dùng và m_1 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải



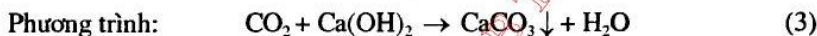
X gồm (Fe_3O_4 ; Fe_2O_3 ; FeO , Fe)

$$n_{\text{CO}_2} = 0,06 \text{ (mol)} \text{ vì CO hết} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}} = 0,06 \text{ (mol)}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng, ta có: $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + m_{\text{CO}} = m_X + m_{\text{CO}_2}$

$$\Rightarrow m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = m_X + m_{\text{CO}_2} - m_{\text{CO}} = 5,44 + 0,06.44 - 0,06.28 = 6,4 \text{ (g)}$$

b. $n_{\text{CO}_2} = \frac{0,06}{5} = 0,012 \text{ (mol)}; m_{\text{CaCO}_3 \downarrow} = \frac{0,2}{100} = 0,002 \text{ (g)}$



Gọi $n_{\text{Ca(OH)}_2}$ ban đầu = x mol.

Ta có: Vì khi đun nóng kết tủa tăng lên $\Rightarrow \text{CO}_2$ dư trong phản ứng (3).



Ban đầu: 0,12 x (mol)

Phản ứng: x x

Sau pư: 0,012 - x 0 (mol)

Vì $n_{\text{CaCO}_3 \downarrow} = 0,002$

$\Rightarrow$ ở phản ứng (4) CO_2 hết và CaCO_3 dư và $n_{\text{CaCO}_3} \text{ (dư)} = 0,002 \text{ mol}$.



Ban đầu: x(mol) 0,012 - x(mol)

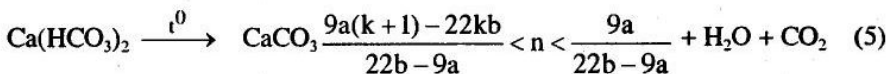
Phản ứng: 0,012 - x 0,012 - x

Sau phản ứng: 2x - 0,012 0 0,012 - x (mol)

Số mol CaCO_3 dư: $n_{\text{CaCO}_3} = 2x - 0,012 = 0,002 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow x = 0,007 \text{ (mol)} \Rightarrow n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} = 0,012 - 0,007 = 0,005 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow C_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{n}{V} = \frac{0,007}{0,5} = 0,014 \text{ (M)}$$



0,005 mol 0,005 mol

$$m_{\text{kết tủa tăng thêm}} = m_{\text{CaCO}_3(5)} = 0,005 \cdot 100 = 0,5(\text{g}) \text{ hay } m_1 = 0,5\text{g}$$

$$\text{Vậy: } C_{\text{Ca(OH)}_2} = 0,014 \text{ M; } m_1 = 0,5 (\text{g}).$$

14. Hấp thụ hoàn toàn 0,336 lít khí CO_2 (đktc) vào 200 ml dung dịch gồm NaOH 0,1M và KOH 0,1M thu được dung dịch X. Cô cạn toàn bộ dung dịch X thu được bao nhiêu gam chất rắn khan?

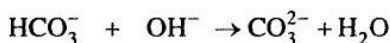
Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_{\text{CO}_2} = 0,015(\text{mol}); n_{\text{NaOH}} = 0,02(\text{mol}); n_{\text{KOH}} = 0,02(\text{mol})$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,02 + 0,02 = 0,04(\text{mol})$$



$$0,015 \rightarrow 0,015 \rightarrow 0,015$$



$$0,015 \rightarrow 0,015 \rightarrow 0,015$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-(\text{dư})} = 0,04 - (0,015 + 0,015) = 0,01(\text{mol})$$

Chất rắn khan trong X: $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{NaOH}, \text{KOH}$.

$$\text{Khối lượng chất rắn khan: } m = m_{\text{Na}^+} + m_{\text{K}^+} + m_{\text{CO}_3^{2-}} + m_{\text{OH}^-(\text{dư})}$$

$$\Rightarrow m = 0,02 \cdot 23 + 0,02 \cdot 39 + 0,015 \cdot 60 + 0,01 \cdot 17 = 2,31(\text{g}).$$

Chú ý: Khối lượng các chất trong X bằng tổng khối lượng các ion trong X.

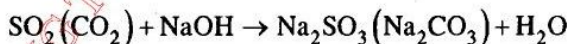
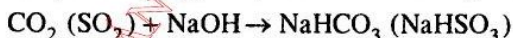
15. A là hỗn hợp khí gồm SO_2 và CO_2 có tỷ khối hơi so với H_2 là 27. Dẫn a mol hỗn hợp khí A qua bình đựng 1 lít dung dịch NaOH 1,5a M, sau phản ứng cô cạn dung dịch thu được m gam muối. Tìm biểu thức liên hệ giữa m và a.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra: } n_A = a(\text{mol}); n_{\text{NaOH}} = 1,5a(\text{mol})$$

$$1 < n_{\text{NaOH}} / n_A = 1,5a / a = 1,5 < 2$$

$\Rightarrow$ Tạo ra hỗn hợp muối axit và muối trung hoà:



$$\text{Theo bài ra: } \begin{cases} x + y = a \\ x + 2y = 1,5a \end{cases}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học II – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Giải ra được: $x = 0,5a$; $y = 0,5a$

Theo PTHH: $n_{H_2O} = y = 0,5a \text{ (mol)} \Rightarrow m_{H_2O} = 0,5a \cdot 18 = 9a \text{ (g)}$

Theo định luật bảo toàn khối lượng: $m_A + m_{NaOH} = m_{muối} + m_{nước}$

$$\Rightarrow a(27.2) + 1,5a \cdot 40 = m + 9a \Rightarrow 54a + 60a = m + 9a \Rightarrow m = 105a$$

16. Hấp thụ hoàn toàn 0,672 lít khí CO_2 (đktc) vào 1 lít dung dịch gồm $NaOH$ 0,025M và $Ca(OH)_2$ 0,0125M, thu được x gam kết tủa. Tính x.

Phân tích và hướng dẫn giải

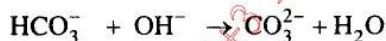
Theo bài ra: $n_{CO_2} = 0,672 / 22,4 = 0,03 \text{ (mol)}$

$n_{NaOH} = 0,025 \text{ (mol)}$; $n_{Ca(OH)_2} = 0,0125 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow n_{OH^-} = 0,025 + 0,0125 \cdot 2 = 0,05 \text{ (mol)}; n_{Ca^{2+}} = 0,0125 \text{ (mol)}$$



$$0,03 \rightarrow 0,03 \rightarrow 0,03 \text{ (mol)}$$



$$0,02 \leftarrow 0,02 \rightarrow 0,02 \text{ (mol)}$$



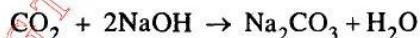
$$0,0125 \leftarrow 0,0125 \rightarrow 0,0125 \text{ (mol)}$$

$$\text{Vậy } x = m_{CaCO_3 \downarrow} = 0,0125 \cdot 100 = 1,25 \text{ (g)}$$

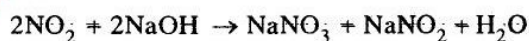
17. Hấp thụ hết 1 mol hỗn hợp khí gồm CO_2 và NO_2 bằng dung dịch $NaOH$ dư thu được dung dịch X. X phản ứng vừa đủ bởi dung dịch chứa 0,08 mol $KMnO_4$ trong dung dịch H_2SO_4 loãng, dư. Tính phần trăm thể tích CO_2 trong hỗn hợp ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

PTHH:

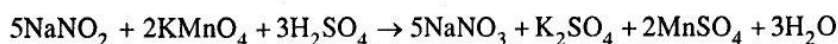


x (mol)



$$y \rightarrow 0,5y \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow x + y = 1 \quad (1)$$



$$0,5y \rightarrow y/5 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow y/5 = 0,08 \Rightarrow y = 0,4 \quad (2)$$

$$\text{Từ } (1, 2) \Rightarrow x = 0,6; y = 0,4$$

$$\text{Vậy } \%V_{\text{CO}_2} = \%n_{\text{CO}_2} = \frac{0,6 \cdot 100\%}{1} = 60\%$$

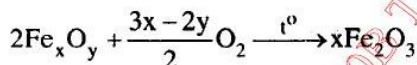
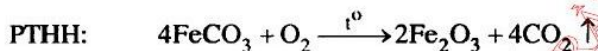
18. Nung 9,28g hỗn hợp A gồm FeCO_3 vào một oxit sắt trong không khí đến khối lượng không đổi. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 8 gam một oxit sắt duy nhất và khí CO_2 . Hấp thụ hết lượng khí CO_2 vào 300 ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M, kết thúc phản ứng thu được 3,94 gam kết tủa.

1. Tìm công thức hóa học của oxit sắt.

2. Cho 9,28 gam hỗn hợp A tác dụng với dung dịch HCl dư, sau khi các phản ứng kết thúc thu được dung dịch B. Dẫn 448 ml khí Cl_2 (đktc) vào B thu được dung dịch D. Hòa D hòa tan được tối đa bao nhiêu gam Cu ?

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Gọi công thức tổng quát của oxit sắt là Fe_xO_y ($x, y \in \mathbb{N}^*$)

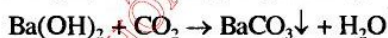


$$n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{8}{160} = 0,05 \text{ (mol);}$$

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ (mol);}$$

$$n_{\text{BaCO}_3} = \frac{3,94}{197} = 0,02 \text{ (mol)}$$

Cho CO_2 vào dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ có phản ứng:



Có thể có phản ứng:



Xét 2 trường hợp:

TH1: Chỉ có phản ứng tạo kết tủa $\rightarrow n_{\text{FeCO}_3} = n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,02 \text{ (mol)}$

$$\rightarrow n_{\text{Fe}/\text{Fe}_x\text{O}_y} = 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} - n_{\text{FeCO}_3} = 0,05 \cdot 2 - 0,02 = 0,08 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow n_{\text{O}/\text{Fe}_x\text{O}_y} = \frac{9,28 - 0,02 \cdot 116 - 0,08 \cdot 56}{16} = 0,155 \text{ (mol)} \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{n_{\text{Fe}}}{n_{\text{O}}} = \frac{0,08}{0,155}$$

$\rightarrow$ Không có công thức oxit sắt phù hợp.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

TH2: Phản ứng tạo ra hai muối.

$$\rightarrow n_{\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2} = n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} - n_{\text{BaCO}_3} = 0,01 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow n_{\text{CO}_2} = 2n_{\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2} + n_{\text{BaCO}_3} = 0,04 \text{ (mol)}$$

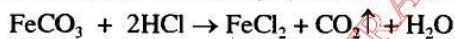
$$\rightarrow n_{\text{FeCO}_3} = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow n_{\text{Fe}/\text{Fe}_x\text{O}_y} = 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} - n_{\text{FeCO}_3} = 0,05 \cdot 2 - 0,04 = 0,06 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow n_{\text{O}/\text{Fe}_x\text{O}_y} = \frac{9,28 - 0,04 \cdot 116 - 0,06 \cdot 56}{16} = 0,08 \text{ (mol)} \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{n_{\text{Fe}}}{n_{\text{O}}} = \frac{0,06}{0,08} = \frac{3}{4}$$

$\rightarrow$ Oxit sắt phải tìm là Fe_3O_4 .

2. Hỗn hợp A có FeCO_3 (0,04 mol); Fe_3O_4 ($0,06/3 = 0,02$ mol).

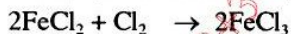


$$0,04 \quad \quad \rightarrow 0,04$$



$$0,02 \quad \quad \rightarrow 0,04 \rightarrow 0,02$$

Dung dịch B tác dụng với 0,02 mol Cl_2



$$0,06 \quad 0,02 \rightarrow 0,04$$

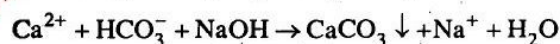
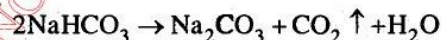
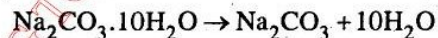
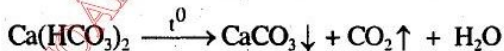
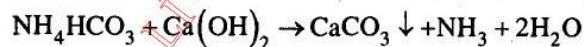
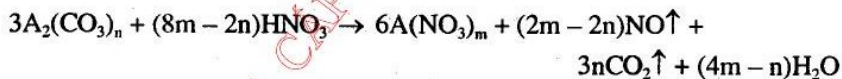
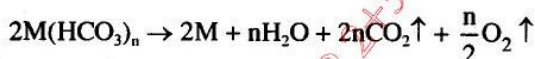
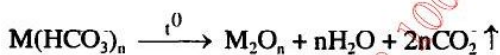
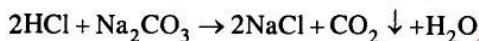
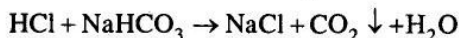
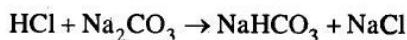
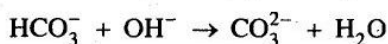
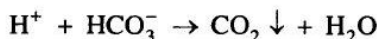
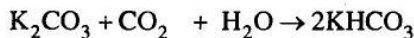
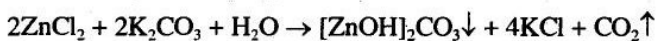
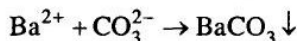
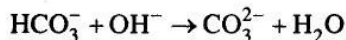
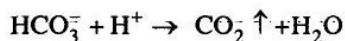
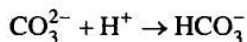


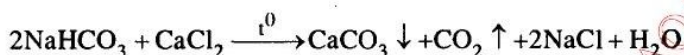
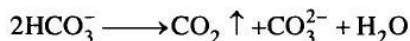
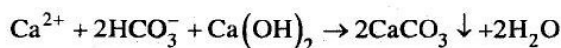
$$0,08 \quad \rightarrow 0,04$$

$$\rightarrow m_{\text{Cu}} = 0,04 \cdot 64 = 2,56 \text{ gam.}$$

Chuyên đề 14. MUỐI CACBONAT

A. LÍ THUYẾT



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**B. CÁC BÀI TẬP MẪU**

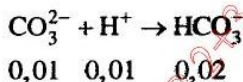
1. Dung dịch A chứa Na_2CO_3 0,1M và NaHCO_3 0,1M; dung dịch B chứa KHCO_3 0,1M.

a) Tính thể tích khí CO_2 (đktc) thoát ra khi cho từ từ từng giọt đến hết 150 ml dung dịch HCl 0,1M vào 100 ml dung dịch A.

b) Xác định số mol các chất có trong dung dịch thu được khi thêm 100 ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M vào 150 ml dung dịch B.

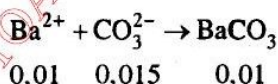
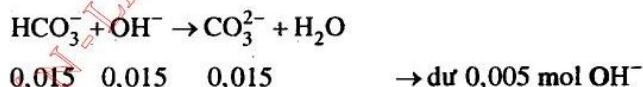
Phân tích và hướng dẫn giải

a) $n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,01 \text{ (mol)}; n_{\text{HCO}_3^-} = 0,01 \text{ (mol)}; n_{\text{H}^+} = 0,015 \text{ (mol)}$



Vậy $V = 0,005 \cdot 22,4 = 0,112 \text{ lít}$.

b) $n_{\text{HCO}_3^-} = 0,015 \text{ (mol)}; n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 0,01 \text{ (mol)}; n_{\text{OH}^-} = 0,02 \text{ (mol)}$

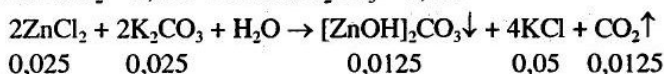


Dung dịch sau phản ứng có: KOH 0,005 mol; K_2CO_3 0,005 mol.

2. Thêm từ từ 17,85 ml dung dịch kẽm clorua 17% ($d = 1,12 \text{ g/ml}$) vào 25 ml dung dịch kali cacbonat 3,0 mol/lít ($d = 1,30 \text{ g/ml}$) tạo ra kết tủa cacbonat bazơ. Sau phản ứng lọc bỏ kết tủa, tính nồng độ % các chất trong nước lọc.

Phân tích và hướng dẫn giải

Số mol $\text{ZnCl}_2 = 0,025 < \text{số mol } \text{K}_2\text{CO}_3 = 0,075$



Do K_2CO_3 dư nên phản ứng với CO_2 tạo ra $KHCO_3$:



$$0,0125 \quad 0,0125 \quad 0,025$$

Lượng nước lọc = m (dd K_2CO_3) + m (dd $ZnCl_2$) — m ($[Zn(OH)_2CO_3 \downarrow]$)

$$= 25. 1,3 + 17,85. 1,12 - 0,0125. 224 = 49,7 \text{ gam}$$

Vậy nồng độ % các chất trong nước lọc:

$$\%K_2CO_3 \text{ dư} = (0,0375 \cdot 138) : 49,7 = 0,104 \text{ hay } 10,4\%$$

$$\%KHCO_3 = (0,025 \cdot 100) : 49,7 = 0,05 \text{ hay } 5\%$$

$$\%KCl = (0,05 \cdot 74,5) : 49,7 = 0,075 \text{ hay } 7,5\%.$$

3. Nhỏ từ từ 25 gam dung dịch HCl 14,6% vào dung dịch chứa 11,04 gam K_2CO_3 , sau đó cho thêm vào dung dịch 0,04 mol $Ba(OH)_2$. Tính tổng khối lượng các muối trong dung dịch thu được sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra ta có:

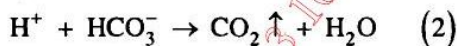
$$n_{H^+} = n_{Cl^-} = 0,1 \text{ mol}; n_{CO_3^{2-}} = 0,08 \text{ mol}; n_{K^+} = 0,16 \text{ mol}$$

$$n_{Ba^{2+}} = 0,04 \text{ mol}; n_{OH^-} = 0,08 \text{ mol}$$

Xét từng quá trình:



$$0,08 \quad 0,08 \quad 0,08$$



$$0,02 \quad 0,02 \quad 0,02$$



$$0,06 \quad 0,06 \quad 0,06$$



$$0,04 \quad 0,04 \quad 0,04$$

Trong dung dịch sau phản ứng còn lại: 0,1 mol Cl^- ; 0,16 mol K^+ ; 0,02 mol OH^- và 0,02 mol CO_3^{2-} .

$$\text{Khối lượng muối} = (0,1 \cdot 35,5) + (0,16 \cdot 39) + (0,02 \cdot 60) = 10,21 \text{ gam}.$$

4. Cho hai dung dịch A và B. Một dung dịch chứa HCl và một dung dịch chứa Na_2CO_3 . Người ta tiến hành hai thí nghiệm sau:

TN1: Cho rất từ từ A vào B, vừa cho vừa khuấy đều. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được 2,24 lít khí (đktc).

TN2: Cho rất từ từ B vào A, vừa cho vừa khuấy đều. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được 3,36 lít khí (đktc).

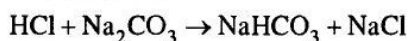
Tìm A, B và số mol mỗi chất trong A, B.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

Gọi x, y lần lượt là số mol HCl và Na_2CO_3

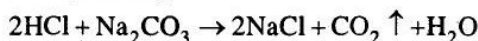
- Nếu cho từ từ HCl vào Na_2CO_3 :

Ta có các phản ứng:



- Nếu cho từ từ Na_2CO_3 vào dung dịch HCl:

Ta có phản ứng:



Từ các PTHH $\rightarrow$ nếu số mol $\text{HCl} \geq 2$ lần số mol Na_2CO_3 thì thể tích khí ở hai TN phải bằng nhau.

$$\text{TN1: } n_{\text{CO}_2} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 (\text{mol})$$

$$\text{TN2: } n_{\text{CO}_2} = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 (\text{mol})$$

$$\rightarrow y < x < 2y$$

$\Rightarrow$ Khi cho từ từ HCl vào dung dịch Na_2CO_3 thì lượng khí thoát ra ít hơn khi làm ngược lại $\rightarrow$ A là HCl và B là Na_2CO_3 .

Từ các phản ứng:

$$\text{TN1} \rightarrow x = y + 0,1$$

$$\text{TN2: } \rightarrow x = 2 \cdot 0,15 = 0,3$$

$$\rightarrow x = 0,3 (\text{mol}); y = 0,2 (\text{mol})$$

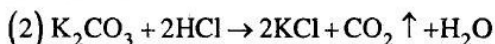
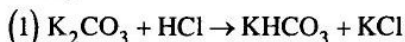
Vậy dung dịch A chứa 0,3 mol HCl, dung dịch B chứa 0,2 mol Na_2CO_3 .

5. Cho từ từ dung dịch (X) chứa a mol HCl vào dung dịch (Y) chứa b mol K_2CO_3 . Sau khi cho hết dung dịch (X) vào dung dịch (Y) ta được dung dịch (T).

- a) Dung dịch (T) chứa những chất nào? Tính số mol mỗi chất theo a, b?
b) Trước và sau khi đun nhẹ đuổi hết khí trong dung dịch T có pH như thế nào? (nếu a = 2b).

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có các phản ứng:

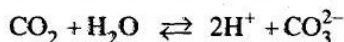


Trường hợp	PTPU	Dung dịch (T) gồm
a = b	(1)	KHCO_3 a hoặc b mol KCl a hoặc b mol

$a < b$	(1)	K_2CO_3 dư $(b - a)$ mol $KHCO_3$ a mol KCl: a mol
$a = 2b$	(2)	KCl a hoặc 2b mol
$a > 2b$	(2)	HCl dư: $a - 2b$ mol KCl: 2b mol
$b < a < 2b$	(1), (2)	KCl: $2(b - a)$ mol $KHCO_3$: $(2b - a)$ mol

b) Nếu $a = 2b$

– Trước khi đun: dung dịch chứa KCl và CO_2 tan một phần vào dung dịch



$\Rightarrow pH < 7$

– Sau khi đun: CO_2 bay ra hoàn toàn. Dung dịch (T) chỉ chứa KCl

$\Rightarrow pH = 7$.

6. A là dung dịch Na_2CO_3 0,1M; B là dung dịch hỗn hợp Na_2CO_3 0,1M và $KHCO_3$ 0,1M và C là dung dịch $KHCO_3$ 0,1M.

a) Tính thể tích khí CO_2 (đktc) thoát ra khi cho từ từ từng giọt đến hết 50 ml dung dịch HCl 0,1M vào 100 ml dung dịch A và khi cho hết 100 ml dung dịch B vào 200 ml dung dịch HCl 0,1M.

b) Xác định số mol các chất có trong dung dịch thu được khi thêm 100 ml dung dịch $Ba(OH)_2$ 0,1M vào 150 ml dung dịch C.

c) Tính pH của các dung dịch A và C, biết axit cacbonic có $pK_1 = 6,35$ và $pK_2 = 10,33$.

d) Đề nghị phương pháp nhận biết các anion có trong dung dịch B.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Cho từ từ từng giọt đến hết 50 ml dung dịch HCl 0,1M vào 100 ml dung dịch Na_2CO_3 0,1M.



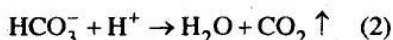
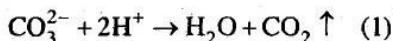
$$0,01 \quad 0,005$$

$$0,005 \quad 0,005$$

$$0,005 \quad 0$$

Do CO_3^{2-} dư nên không có giai đoạn tạo CO_2 , $V_{CO_2} = 0$

Cho hết 100 ml dung dịch Na_2CO_3 0,1M và $KHCO_3$ 0,1M vào 200 ml dung dịch HCl 0,1M:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Vì $2n_{\text{CO}_3^{2-}} + n_{\text{HCO}_3^-} > n_{\text{H}^+}$ nên H^+ phản ứng hết

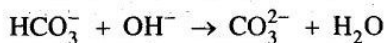
Giả sử (1) xảy ra trước thì ta có $n_{\text{CO}_2} = \frac{1}{2}n_{\text{H}^+} = 0,01 \text{ mol}$

Giả sử (2) xảy ra trước thì từ (1) và (2) ta có $n_{\text{CO}_2} = 0,015 \text{ mol}$

Thực tế (1) và (2) đồng thời xảy ra nên:

$$0,224\text{L} = 0,01 \times 22,4 < V_{\text{CO}_2} < 0,015 \times 22,4 = 0,336\text{L}$$

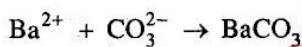
b) Thêm 100 ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1M vào 150 ml dung dịch KHCO_3 0,1M:



$$0,015 \quad 0,02$$

$$0,015 \quad 0,015$$

$$0 \quad 0,005 \quad 0,015$$



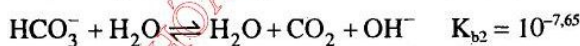
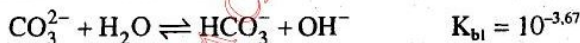
$$0,01 \quad 0,015$$

$$0,01 \quad 0,01$$

$$0 \quad 0,005$$

Dung dịch còn 0,005 mol KOH và 0,005 mol K_2CO_3 .

c) Dung dịch A có các cân bằng:



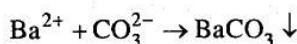
Vì $K_{b1} \gg K_{b2} \gg K_N$ nên cân bằng (1) là chủ yếu:

$$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2}(\text{p}K_{b1} + \text{p}C) = 14 - \frac{1}{2}(3,67 + 1) = 11,67$$

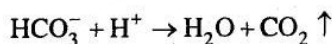
Dung dịch C là dung dịch lưỡng tính nên:

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_1 + \text{p}K_2) = \frac{1}{2}(6,35 + 10,33) = 8,34$$

d) Trích mẫu thử, thêm BaCl_2 dư vào mẫu thử thấy xuất hiện kết tủa trắng (tan trong axit), như vậy mẫu thử có CO_3^{2-} :



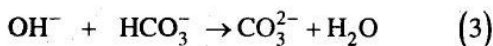
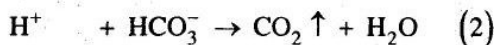
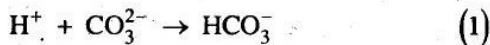
Lọc tách kết tủa, thêm HCl vào dung dịch nước lọc thấy sủi bọt khí không màu (làm đục nước vôi trong), vậy dung dịch có HCO_3^- :



7. Hòa tan hoàn toàn m gam Na_2CO_3 vào nước thu được dung dịch A. Cho từ từ từng giọt 20 gam dung dịch HCl nồng độ 9,125% vào A thu được dung dịch B và V lít CO_2 (đktc). Cho thêm vào B dung dịch chứa 0,02 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thì thu được 1g kết tủa. Tính m và V.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Số mol HCl} = \frac{20 \cdot 9,125}{36,5 \cdot 100} = 0,05$$



Theo (3), (4) số mol $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 = 0,01$

$$\Rightarrow 2x - 0,05 = 0,01 \Rightarrow x = 0,03$$

$$\Rightarrow m = 0,03 \cdot 106 = 3,18\text{g}$$

Theo (1) số mol $\text{CO}_2 = 0,05 - x = 0,02 \Rightarrow V = 0,02 \cdot 22,4 = 0,448$ lít.

8. Nung hoàn toàn 45,6g hỗn hợp hai muối hidrocacbonat của kim loại R và R' thu được hỗn hợp chất rắn A và hỗn hợp khí B. Cho B hấp thụ hết trong 2 lít dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,3M (d = 1,2 g/ml) thu được 102,44g kết tủa.

– Sau phản ứng khối lượng dung dịch còn 2325,48g và dung dịch vẫn có tính bazơ. Hoà tan hết chất rắn A cần 500 ml dung dịch HCl 3,65% thì thu được hai muối clorua của R và R'.

– Nếu đem điện phân nóng chảy muối clorua của R' trong A thì cần t (giờ) với cường độ I = 10A. Trong khi đó, cũng với thời gian và cường độ như trên nếu đem điện phân nóng chảy lượng muối clorua của R thì được 11,04g R.

Hãy xác định:

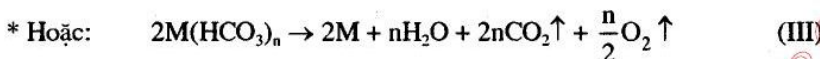
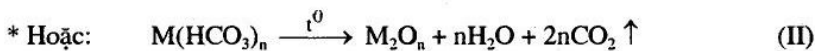
1. Kim loại R và R'

2. Khối lượng riêng D của dung dịch HCl đã dùng.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Do sự nhiệt phân muối $\text{M}(\text{HCO}_3)_n$ có thể xảy ra khác nhau:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Do đó khi xét sự nhiệt phân muối $M(HCO_3)_n$ của kim loại M bất kỳ phải xét các trường hợp kể trên.

– Theo đề bài: hai muối $R(HCO_3)_n$ và $R'(HCO_3)_m$ khi nhiệt phân được hỗn hợp khí B, hỗn hợp này bị hấp thụ hết trong dung dịch $Ba(OH)_2$ và không có khí thoát ra, điều đó chứng tỏ rằng hỗn hợp không có khí O_2 . Suy ra không có muối nào nhiệt phân theo kiểu (III). Vậy trong hỗn hợp khí B có CO_2 và H_2O .

– Khi cho hỗn hợp khí B vào dung dịch $Ba(OH)_2$, dung dịch vẫn còn có tính bazơ, chứng tỏ rằng $Ba(OH)_2$ còn dư. Do đó phản ứng của CO_2 là:



$$nCO_2 = nBaCO_3 = \frac{102,44}{197} = 0,52 \text{ (mol)}$$

Dung dịch còn lại (sau khi hấp thụ hỗn hợp B) nặng 2325,48 (g).

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$2325,48 = m_{\text{dd } Ba(OH)_2 \text{ lúc đầu}} + m_{CO_2} + m_{H_2O} - m_{BaCO_3}$$

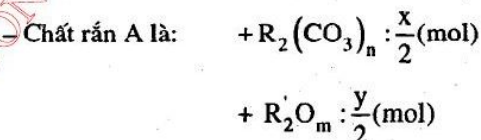
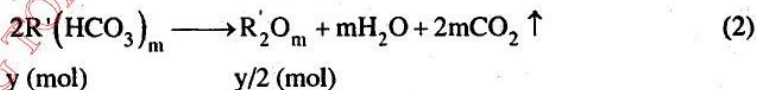
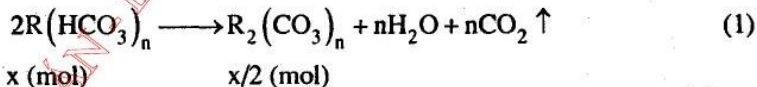
$$\Rightarrow m_{H_2O} = 2325,48 + 102,44 - 44 \times 0,52 - 2000 \times 1,2 = 5,04 \text{ (g)}$$

$$\Rightarrow n_{H_2O} = 5,04 : 18 = 0,28 \text{ (mol)}$$

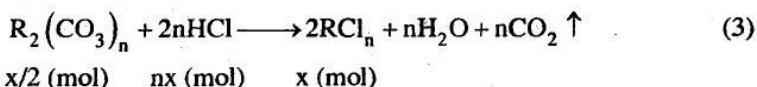
– Ta thấy tỉ lệ $\frac{nCO_2}{nH_2O} = \frac{0,52}{0,28} = 1,857$ mà $1 < 1,857 < 2$. Tỉ lệ này cho ta thấy 2

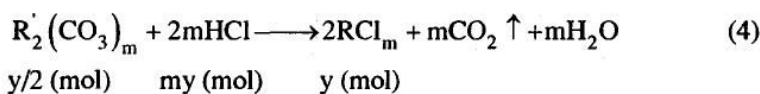
muối đem nhiệt phân là khác nhau về hướng tạo thành sản phẩm.

– Giả sử:



– Các phản ứng với HCl:





Đặt x, y lần lượt là số mol của $R(HCO_3)_n$ và $R'(HCO_3)_m$.

– Theo phương trình (2), (4), (5) $\Rightarrow n_{R'} = n_{R'(HCO_3)_m} = y$ (mol)

– Khi điện phân $m_{R'} = y \cdot R' = \frac{1}{F} \cdot \frac{R' \cdot I \cdot t}{m} \Leftrightarrow I \cdot t = m \cdot y \cdot F$

– Mặt khác $11,04 = \frac{R \cdot I \cdot t}{nF} \Leftrightarrow R = \frac{11,04 \cdot n \cdot F}{I \cdot t}$

$$\Rightarrow R = \frac{11,04 \cdot n \cdot F}{m \cdot y \cdot F} = \frac{11,04n}{my} \quad (a)$$

– Theo đầu bài ta lại có:

$$n_{H_2O} = 0,28 \Rightarrow 0,28 = \frac{nx}{2} + \frac{my}{2} \quad (b)$$

$$n_{CO_2} = 0,52 = \frac{nx}{2} + my \quad (c)$$

$$\text{và} \quad (R + 61n)x + (R' + 61m)y = 45,6 \quad (d)$$

– Từ (a), (b), (c), (d) $\Rightarrow R = 23n$ và $R' = 20m$.

Ta chọn nghiệm $m, n = 1, 2, 3$.

$\Rightarrow R = 23$ khi $n = 1$ và $R' = 40$ khi $m = 2$.

$\Rightarrow R$ là Na và R' là Ca.

Từ đó suy ra $x = 0,08$ và $y = 0,24$

– Vậy hai muối là $NaHCO_3$ và $Ca(HCO_3)_2$.

b) $n_{HCl \text{ cần}} = nx + my = 0,08 + 0,24 \times 2 = 0,56$ (mol)

(khối lượng dung dịch HCl)

$$D = \frac{m}{v} = \frac{0,56 \times 36,5 \times 100}{3,65 \times 500} = 1,12 \text{ (g / ml)}$$

9. Cho 5,22 (g) một muối cacbonat kim loại (hợp chất X) tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 . Phản ứng làm giải phóng ra hỗn hợp khí gồm 0,336 (l) khí NO và x (l) khí CO_2 . Các thể tích được đo ở điều kiện chuẩn. Xác định muối cacbon kim loại và thể tích khí CO_2 .

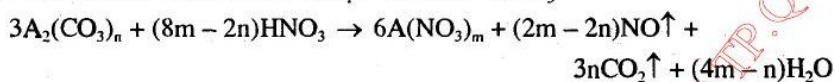
Cho: Cu = 64, Fe = 56, Hg = 201, Pb = 207, Cr = 52.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt công thức muối cacbonat kim loại: $A_2(CO_3)_n$

Gọi m là số oxi hoá của A sau khi bị oxi hoá bởi HNO_3



$$\text{Số mol } A_2(CO_3)_n = \frac{3}{2(m-n)} \cdot n_{NO} = \frac{0,045}{2(m-n)} (\text{mol})$$

$$\text{Khối lượng phân tử } A_2(CO_3)_n = \frac{5,22}{0,045} \times 2(m-n) = 232(m-n)$$

$$\Leftrightarrow 2M_A + 60n = 232(m-n)$$

$$\text{Điều kiện: } \begin{cases} 1 \leq m \leq 3 \\ 1 \leq n \leq 2 \end{cases} \Rightarrow 1 \leq m-n \leq 2$$

$$* m-n=1 \Rightarrow m=2, n=1 \Rightarrow M_A=86 (\text{loại})$$

$$m=3, n=2 \Rightarrow M_A=56 \rightarrow A \text{ là Fe}$$

$$* m-n=2 \Rightarrow m=3, n=1 \Rightarrow M_A=202 (\text{loại})$$

Vậy muối cacbonat kim loại là $FeCO_3$



$$\text{Số mol } CO_2 = 3 \cdot \text{số mol } NO = 0,045 (\text{mol})$$

$$\rightarrow \text{Thể tích } CO_2 = 1,008 (\text{l})$$

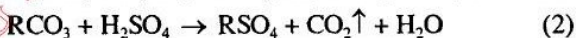
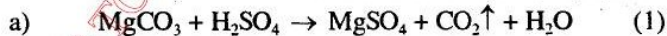
10. Hoà tan 115,3g hỗn hợp X gồm $MgCO_3$ và RCO_3 bằng 500 ml dung dịch H_2SO_4 C_M thu được dung dịch A, chất rắn B và 4,48 (l) CO_2 (đktc). Cô cạn dung dịch A thì thu được 12(g) muối khan. Mặt khác, đem nung chất rắn B đến khối lượng không đổi thì thu được 11,2 (l) CO_2 (đktc) và chất rắn B_1 .

a) Tính nồng độ C_M của dung dịch H_2SO_4 đã dùng.

b) Tính khối lượng của B và B_1 .

c) Tính khối lượng nguyên tử của R. Biết trong hỗn hợp đầu số mol của RCO_3 gấp 2,5 lần số mol của $MgCO_3$.

Phân tích và hướng dẫn giải

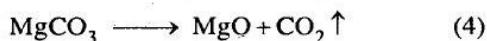


Khi nung chất rắn B thu được $CO_2 \Rightarrow$ Trong B còn dư muối $CO_3^{2-} \Rightarrow H_2SO_4$ đã hết ở (1) và (2).

$$(1) \text{ và } (2) \Rightarrow n_{H_2SO_4} = n_{CO_2} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow [H_2SO_4] = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 (M)$$

Chỉ có muối cacbonat của kim loại kiềm (trừ Li_2CO_3 ít tan) và muối amoni tan
 $\Rightarrow$ dung dịch A không có muối cacbonat mà chỉ có muối sunfat $\Rightarrow$ Toàn bộ
 muối cacbonat dư đều ở trong chất rắn B.



b) Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng cho (1) và (2):

$$\begin{aligned} 115,3 + 98 \times 0,2 &= 12 + 0,2 \times 44 + 18 \times 0,2 + m_B \\ \underbrace{115,3}_{m_X} + \underbrace{98 \times 0,2}_{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}} &= \underbrace{12}_{m_{\text{muối sunfat}}} + \underbrace{0,2 \times 44}_{m_{\text{CO}_2}} + \underbrace{18 \times 0,2}_{m_{\text{H}_2\text{O}}} + m_B \end{aligned}$$

$$\Rightarrow m_B = 110,5(\text{g})$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng cho (3) và (4):

$$\Rightarrow m_{\text{B1}} = 110,5 - 0,5 \times 44 = 88,5(\text{g}).$$

c) Theo (1); (2); (3) và (4).

$\Rightarrow$ Tổng số mol 2 muối cacbonat, tổng số mol CO_2 tạo thành trong 4 phản ứng này.

$$\text{Để cho: } \begin{cases} a + b = 0,2 + 0,5 = 0,7 & (5) \\ b = 2,5a & (6) \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_X = 84 \times 0,2 + (R \times 60) 0,5 = 115,3 \Rightarrow R = 137 \text{ đvC}.$$

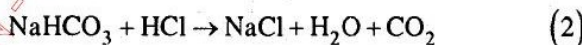
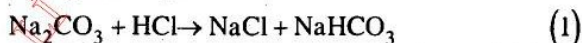
11. Có hai dung dịch: Dung dịch A chứa 0,2 mol Na_2CO_3 và 0,3 mol NaHCO_3 ,
 dung dịch B chứa 0,5 mol HCl .

Tính thể tích khí bay ra (đktc) trong ba thí nghiệm sau:

- Đổ rất từ từ dung dịch B vào dung dịch A đến hết
- Đổ rất từ từ dung dịch A vào dung dịch B đến hết
- Trộn nhanh hai dung dịch với nhau.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Đổ rất từ từ dung dịch B (HCl) vào dung dịch A ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$), lúc đó
 lần lượt xảy ra các phản ứng:



Theo (1): $n_{\text{HCl}} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = n_{\text{NaHCO}_3} = 0,2 \text{ mol}$

Suy ra n_{NaHCO_3} tham gia (2) = $0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ mol}$

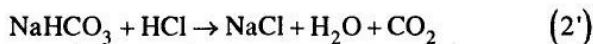
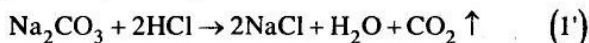
n_{HCl} còn lại sau (1) = $0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ mol}$

Theo (2) $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{HCl}} = 0,3 \text{ mol} \rightarrow V_{\text{CO}_2} = 6,72 \text{ lít}.$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

b) Đổ rất từ từ dung dịch A vào dung dịch B:

Vì lúc đầu lượng HCl dư so với lượng Na_2CO_3 và NaHCO_3 thêm vào, do đó đồng thời xảy ra cả 2 phản ứng:



Cả hai phản ứng này tiếp tục cùng xảy ra cho tới hết HCl. Gọi x là % số mol của Na_2CO_3 và của NaHCO_3 được thêm vào tới vừa hết HCl, ta có:

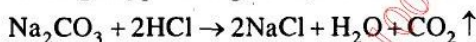
$$\frac{0,2x}{100} \cdot 2 + \frac{0,3x}{100} \cdot 1 = 0,5 \rightarrow x = \frac{500}{7}$$

Tổng số mol CO_2 bay ra bằng:

$$\frac{0,2x}{100} + \frac{0,3x}{100} = \frac{2,5}{7} \text{ mol} \rightarrow V_{\text{CO}_2} = \frac{2,5}{7} \cdot 22,4 = 8 \text{ lít.}$$

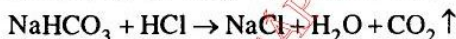
c) Trộn 2 dung dịch thì không thể biết được chất nào phản ứng trước, chất nào phản ứng sau. Do đó ta phải giả thiết như sau:

– Giả sử Na_2CO_3 phản ứng trước, lúc đó:



Lượng HCl phản ứng với Na_2CO_3 là: $n_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ mol}$

Phần axit còn lại tác dụng với NaHCO_3 là 0,1 mol



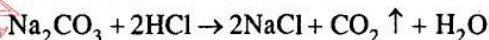
Do đó tổng số mol CO_2 bay ra $= 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ mol} \rightarrow V_{\text{CO}_2} = 6,72 \text{ lít}$

– Giả sử NaHCO_3 phản ứng trước, lúc đó:



Lượng HCl phản ứng với NaHCO_3 là 0,3 mol.

Phần axit còn lại tác dụng với Na_2CO_3 là $0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ mol}$



Do đó tổng số mol CO_2 bay ra $= 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ mol} \rightarrow V_{\text{CO}_2} = 11,2 \text{ lít.}$

Vậy lượng CO_2 nằm trong khoảng: $6,72 \text{ lít} < V(\text{CO}_2) < 11,2 \text{ lít.}$

12. Hợp chất A chứa các nguyên tố C, H, O, N, trong đó có hàm lượng các nguyên tố là: %C = 15,19%; %O = 60,76%; %N = 17,72%. Biết phân tử khối của A nhỏ hơn 150.

a) Tìm công thức phân tử chất A.

b) Nếu đem nung 19,75 gam chất A ở nhiệt độ cao đến khi phản ứng hoàn toàn, sau đó đưa về điều kiện tiêu chuẩn thu được V lít hỗn hợp khí, còn nếu cho 11,85 gam chất A vào dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dư thì thu được m gam chất kết tủa. Tìm giá trị của m và V.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Đặt CTPT của A là $C_xH_yO_zN_t$

$$\%H = 100 - (\%C + \%O + \%N) = 100 - (15,19 + 60,76 + 17,72) = 6,33\%$$

Theo bài ra ta có tỉ lệ:

$$\begin{aligned} x : y : z : t &= \frac{\%C}{12} : \frac{\%H}{1} : \frac{\%O}{16} : \frac{\%N}{14} \\ &= \frac{15,19}{12} : \frac{6,33}{1} : \frac{60,76}{16} : \frac{17,72}{14} \\ &= 1,27 : 6,33 : 3,80 : 1,27 = 1 : 5 : 3 : 1 \end{aligned}$$

$\Rightarrow$ CTĐGN của A là CH_5O_3N

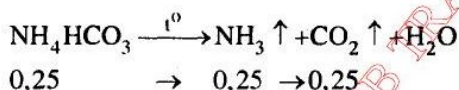
$\Rightarrow$ CTPT của A dạng $(CH_5O_3N)_n$

Vì $M_A < 150 \Rightarrow 79n < 150 \Rightarrow n = 1$

Vậy CTPT của A là CH_5O_3N (NH_4HCO_3).

b. Chất A là amoni hidrocacbonat NH_4HCO_3

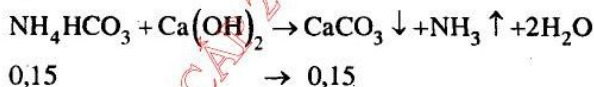
Theo bài ra: $n_{A(1)} = 19,75 / 79 = 0,25 \text{ (mol)}$; $n_{A(2)} = 11,85 / 79 = 0,15 \text{ (mol)}$



$\Rightarrow$ Khí gồm NH_3 , CO_2 .

Ở đktc: $V = (0,25 + 0,25) \cdot 22,4 = 11,2 \text{ (l)}$

(Chú ý: H_2O bị hóa rắn ở đktc)



Kết tủa là $CaCO_3$: $m = 0,15 \cdot 100 = 15 \text{ (g)}$.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

13. Hòa tan hết 4,68 gam hỗn hợp hai muối ACO_3 , BCO_3 bằng dung dịch H_2SO_4 loãng. Sau phản ứng thu được dung dịch X và 1,12 lít khí CO_2 (ở đktc).

1. Tính tổng khối lượng các muối tạo thành trong dung dịch X.

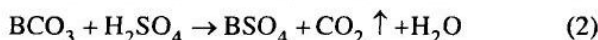
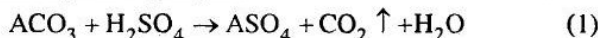
2. Tìm các kim loại A, B và tính thành phần % khối lượng của mỗi muối trong hỗn hợp ban đầu. Biết tỉ lệ số mol $n_{ACO_3} : n_{BCO_3} = 2 : 3$, tỉ lệ khối lượng mol

$$M_A : M_B = 3 : 5.$$

3. Cho toàn bộ lượng khí CO_2 thu được ở trên hấp thụ vào 200 ml dung dịch $Ba(OH)_2$. Tính nồng độ mol của dung dịch $Ba(OH)_2$ để thu được 1,97 gam kết tủa.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

1. PTHH các phản ứng xảy ra;

→ Muối thu được trong dung dịch X là ASO_4 , BSO_4 ; $n_{\text{CO}_2} = 0,05$ (mol)

* Tính tổng khối lượng các muối tạo thành trong dung dịch X:

– Theo (1), (2): $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CO}_2} = 0,05$ (mol)

– Theo định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{\text{muối}} = 4,68 + 0,05.98 - 0,05.44 - 0,05.18 = 6,48 \text{ (g)}$$

2. * Tìm các kim loại A, B và tính % khối lượng của mỗi muối ban đầu:

– Đặt: $n_{\text{ACO}_3} = 2x$ (mol) → $n_{\text{BCO}_3} = 3x$ (mol) (Vì $n_{\text{ACO}_3} : n_{\text{BCO}_3} = 2 : 3$)

$$M_A = 3a \text{ (g)} \rightarrow M_B = 5a \text{ (g)} \quad (\text{Vì } M_A : M_B = 3 : 5)$$

– Theo (1), (2): $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{ACO}_3} + n_{\text{BCO}_3} = 5x = 0,05$ (mol) → $x = 0,01$ (mol)

$$\rightarrow n_{\text{ACO}_3} = 0,02 \text{ (mol)} \rightarrow n_{\text{BCO}_3} = 0,03 \text{ (mol)}$$

$$\rightarrow 0,02(3a + 60) + 0,03(5a + 60) = 4,68 \text{ (g)} \rightarrow a = 8$$

$$\rightarrow M_A = 24 \text{ g}; M_B = 40 \text{ g} \rightarrow A \text{ là Mg. B là Ca.}$$

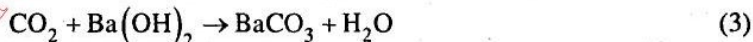
Vậy % khối lượng của mỗi muối ban đầu:

$$\%m_{\text{MgCO}_3} = \frac{0,02.84}{46,8} \cdot 100\% = 35,9\%;$$

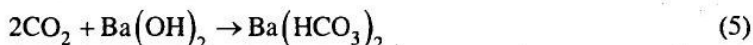
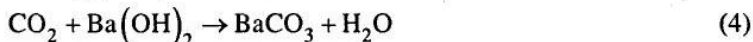
$$\Rightarrow \%m_{\text{CaCO}_3} = 64,1\%$$

3. * Tính nồng độ mol của dung dịch Ba(OH)_2 – Theo bài ra: hấp thụ hết lượng khí CO_2 ở trên vào dung dịch Ba(OH)_2 được kết tủa → kết tủa là BaCO_3 → $n_{\text{BaCO}_3} = 1,97 : 197 = 0,01$ (mol)

– Giả sử phản ứng chỉ tạo muối trung hòa:

– Theo (4): $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3}$ nhưng thực tế $n_{\text{CO}_2} > n_{\text{BaCO}_3}$

→ Phản ứng phải tạo 2 muối:

– Tính được: $n_{\text{Ba(OH)}_2} = 0,03$ (mol) → $C_{\text{MddBa(OH)}_2} = 0,03 : 0,2 = 0,15$ (M).

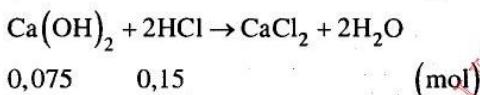
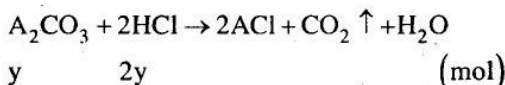
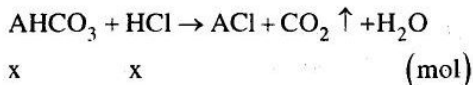
14. Hòa tan hoàn toàn 13,45g hỗn hợp 2 muối cacbonat axit và cacbonat trung tính của một kim loại kiềm bằng 300 ml dung dịch HCl 1M. Sau phản ứng phải trung hòa HCl dư bằng 75 ml dung dịch Ca(OH)₂ 1M.

a. Tìm công thức 2 muối.

b. Tính khối lượng mỗi muối có trong hỗn hợp ban đầu.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Theo bài ra: $n_{\text{HCl}} = 0,3.1 = 0,3 \text{ (mol)}$; $n_{\text{Ca(OH)}_2} = 0,075.1 = 0,075 \text{ (mol)}$



Ta có: $x + 2y = 0,15$

Với $0 < y < 0,075$

Mặt khác: $Ax + 61x + 2Ay + 60y = 13,45$

$$\Rightarrow A(0,15 - 2y) + 61(0,15 - 2y) + 2Ay + 60y = 13,45$$

$$\Rightarrow 0,15A - 2Ay + 9,15 - 122y + 2Ay + 60y = 13,45$$

$$\Rightarrow 0,15A - 4,3 = 62y \Rightarrow y = \frac{0,15A - 4,3}{62}$$

$$\text{Với } y > 0 \Rightarrow \frac{0,15A - 4,3}{62} > 0 \Rightarrow A > 28,7 \quad (1)$$

$$\text{Với } y < 0,075 \Rightarrow \frac{0,15A - 4,3}{62} < 0,075 \Rightarrow A < 59,7 \quad (2)$$

Từ (1) và (2): $28,7 < A < 59,7$

Vậy A là kali $\Rightarrow$ CTHH: $\text{KHCO}_3, \text{K}_2\text{CO}_3$.

b) Ta có hệ phương trình:
$$\begin{cases} 100x + 138y = 13,45 \\ x + 2y = 0,15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,025 \end{cases}$$

$$m_{\text{KHCO}_3} = 0,1 \times 100 = 10 \text{ (g)}$$

$$m_{\text{K}_2\text{CO}_3} = 0,025 \times 138 = 3,45 \text{ (g)}$$

15. Hòa tan một muối cacbonat của kim loại M bằng một lượng vừa đủ dung dịch H_2SO_4 9,8% thu được dung dịch muối sunfat 14,18%. Tìm kim loại M.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

Phương trình phản ứng:

Công thức muối cacbonat: $M_2(CO_3)_n$ (n : hoá trị của kim loại M).

Phương trình phản ứng:



Để hoà tan 1 mol muối cacbonat ($2M + 60n$) gam cần 98n gam H_2SO_4

$\Rightarrow$ khối lượng dung dịch axit: $98n \cdot 100/9,8 = 1000n$ (gam)

Khối lượng CO_2 : 44n;

Khối lượng muối sunfat: $2M + 96n$,

Theo bài ra nồng độ muối sunfat bằng 14,18%, do đó ta có:

$$\frac{(2M + 96n) \cdot 100}{1000n + 2M + 60n - 44n} = 14,18 \Rightarrow M = 28n.$$

Thoả mãn với $n = 2 \Rightarrow M = 56$.

Vậy kim loại là Fe. Muối cacbonat là $FeCO_3$.

16. Cho 27,4g hỗn hợp X gồm hai muối $MHCO_3$ và M_2CO_3 (M là kim loại kiềm) tác dụng vừa đủ với dung dịch H_2SO_4 thu được dung dịch Y và khí Z. Cô cạn dung dịch Y thu được 28,4g muối khan, khí Z được hấp thụ hoàn toàn trong V lít dung dịch $Ca(OH)_2$ 0,1M thu được 20g kết tủa G, lọc kết tủa G, lấy dung dịch nước lọc đem đun nóng lại thu được thêm 5g kết tủa G.

a. Xác định tên kim loại M và khối lượng muối có trong hỗn hợp X.

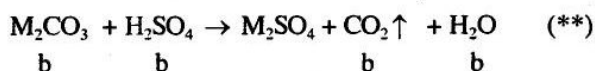
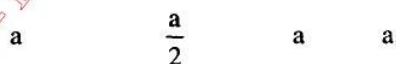
b. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi số mol của $MHCO_3$ là a mol.

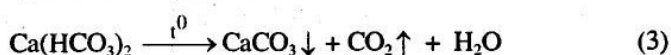
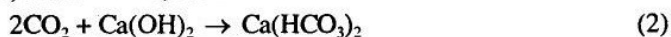
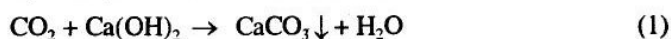
Số mol của M_2CO_3 là b mol.

Phương trình phản ứng:



a. Ta có: $0,2(M + 1 + 12 + 16 \cdot 3) + 0,1(2M + 12 + 16 \cdot 3) = 27,4$

$\Rightarrow 0,4M + 18,2 = 27,4 \Rightarrow M = 23 \Rightarrow M$ là Na.



Ta có: $m_{\text{CaCO}_3} = 20\text{g} \Rightarrow n_{\text{CaCO}_3(1)} = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow n_{\text{CO}_2(1)} = n_{\text{CaCO}_3(1)} = 0,2 \text{ (mol)}$

$m_{\text{CaCO}_3(3)} = 5\text{g} \Rightarrow n_{\text{CaCO}_3(3)} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} = n_{\text{CaCO}_3} = 0,05 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow n_{\text{CO}_2(2)} = 2n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2(1)} + n_{\text{CO}_2(2)} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow m_{\text{CO}_2} = 0,3 \cdot 44 = 13,2\text{(g)}$

Theo phương trình (*) và (**) ta thấy $n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CO}_2} = 0,3 \text{ (mol)}$

$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,3 \cdot 18 = 5,4\text{(g)}$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$m_{\text{hh}} + m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \rightarrow m_{\text{m}} + m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}}$

$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 28,4 + 13,2 + 5,4 - 27,1 = 19,6\text{(g)}$

$\Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 19,6 / 98 = 0,2 \text{ (mol)}$

Ta có hệ
$$\begin{cases} \frac{a}{2} + b = 0,2 \\ a + b = 0,3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,2 \\ b = 0,1 \end{cases}$$

$\Rightarrow n_{\text{MHCO}_3} = 0,2 \text{ (mol)}; n_{\text{M}_2\text{CO}_3} = 0,1 \text{ (mol)}$

+ $m_{\text{NaHCO}_3} = 0,2 \cdot 84 = 16,8\text{(g)}$

$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,1 \cdot 106 = 10,6\text{(g)}$

b. Ta có: $n_{\text{Ca(OH)}_2(1)} = n_{\text{CaCO}_3(1)} = 0,2 \text{ (mol)}$

$n_{\text{Ca(OH)}_2(2)} = n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} = 0,05 \text{ (mol)}$

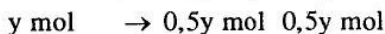
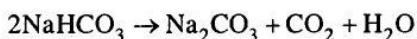
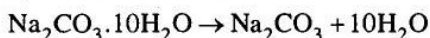
$\Rightarrow n_{\text{Ca(OH)}_2} = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ (mol)} \Rightarrow V_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{n}{C} = \frac{0,25}{0,1} = 2,5\text{(l)}$

17. Khi nung nóng một hỗn hợp (X) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ và NaHCO_3 thu được 2,24 lít khí CO_2 (ở đktc) và 31,8 gam chất rắn. Xác định thành phần phần trăm theo khối lượng của mỗi chất trong (X).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi x, y lần lượt là số mol mỗi muối.



$$\text{Ta có: } n_{\text{CO}_2} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 = 0,5y \Rightarrow y = 0,2$$

$$\text{Khối lượng chất rắn là: } 106 \cdot (x + 0,5y) = 31,8 \Rightarrow x = 0,2$$

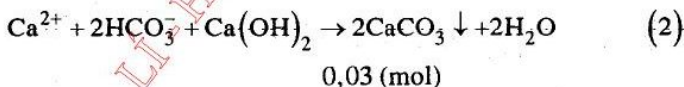
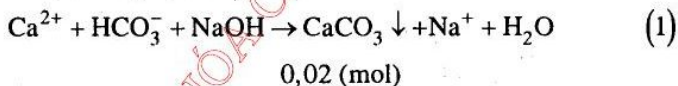
$$\text{Vậy } \%m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,2 \cdot (106 + 180)}{0,2 \cdot (106 + 180) + 0,2 \cdot 84} \cdot 100\% = 77,3\%$$

$$\%m_{\text{NaHCO}_3} = 22,7\%$$

18. Dung dịch X chứa các ion: Ca^{2+} , Na^+ , HCO_3^- và Cl^- , trong đó số mol của ion Cl^- là 0,1. Cho 1/2 dung dịch X phản ứng với dung dịch NaOH (dư), thu được 2 gam kết tủa. Cho 1/2 dung dịch X còn lại phản ứng với dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (dư), thu được 3 gam kết tủa. Mặt khác, nếu đun sôi đến cạn dung dịch X thì thu được m gam chất rắn khan. Tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

- * Xét 1/2 dung dịch X:



Chứng tỏ trong phản ứng (1) có Ca^{2+} hết (còn dư HCO_3^-)

$$\Rightarrow n_{\text{Ca}^{2+}} = n_{\text{CaCO}_3} = 0,02 \text{ (mol)}$$

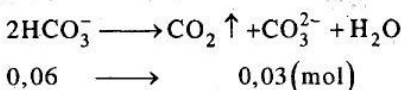
$$\text{Theo (2): } n_{\text{HCO}_3^-} = n_{\text{CaCO}_3} = 0,03 \text{ (mol)}$$

Vậy trong X có: 0,1 mol Cl^- ; 0,04 mol Ca^{2+} ; 0,06 mol HCO_3^- .

Theo định luật bảo toàn điện tích, ta tính được số mol Na^+ :

$$n_{\text{Na}^+} = 0,1 \cdot 1 + 0,06 \cdot 1 - 0,04 \cdot 2 = 0,08 \text{ (mol)}$$

- * Đun sôi dung dịch X:



Vậy đun cạn dung dịch X thu được CaCO_3 , CaCl_2 , NaCl (chất rắn).

$$\text{Vậy} \quad m = m_{\text{Ca}^{2+}} + m_{\text{CO}_3^{2-}} + m_{\text{Cl}^-} + m_{\text{Na}^+}$$

$$\Rightarrow m = 0,04.40 + 0,03.60 + 0,1.35,5 + 0,08.23$$

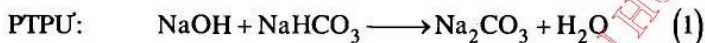
$$\Rightarrow m = 8,79 \text{ (gam)}.$$

19. Cho m gam NaOH vào 2 lít dung dịch NaHCO_3 nồng độ a mol/l, thu được 2 lít dung dịch X. Lấy 1 lít dung dịch X tác dụng với dung dịch BaCl_2 (dư) thu được 11,82 gam kết tủa. Mặt khác, cho 1 lít dung dịch X vào dung dịch CaCl_2 (dư) rồi đun nóng, sau khi kết thúc các phản ứng thu được 7,0 gam kết tủa. Tính các giá trị của a , m .

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{NaHCO}_3} = 2a$ (mol)

$$n_{\text{BaCO}_3 \downarrow} = 11,8 / 197 = 0,06 \text{ (mol)}; n_{\text{CaCO}_3 \downarrow} = 7 / 100 = 0,07 \text{ (mol)}.$$



$$0,06 \quad \longleftarrow 0,06 \text{ (mol)}$$



$$0,06 \quad \longrightarrow 0,06 \text{ (mol)}$$



$$0,02 \quad \longleftarrow (0,07 - 0,06)$$

Theo (1): $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,06$ (mol)

$$\Rightarrow m = 2.0,06.40 = 4,8 \text{ (gam)}$$

$$n_{\text{NaHCO}_3} = 0,06 + 0,02 = 0,08 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow 2a = 0,08.2 \Rightarrow a = 0,08 \text{ (mol/lít)}.$$

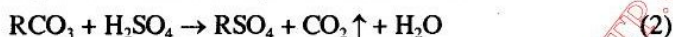
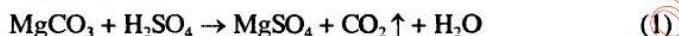
Vậy $a = 0,08$ mol/lít; $m = 4,8$ gam.

20. Hoà tan 57,65 gam hỗn hợp X gồm MgCO_3 và RCO_3 bằng 250 ml dung dịch H_2SO_4 loãng thu được dung dịch A và chất rắn B. Cô cạn dung dịch A thì thu được 6 gam muối khan. Mặt khác đem đun chất rắn B tới khối lượng không đổi thì thu được 5,6 lít khí CO_2 (đktc) và chất rắn B₁. Biết rằng RSO_4 không bị nhiệt phân.
1. Tính nồng độ mol của dung dịch H_2SO_4 đã dùng.
 2. Tính khối lượng chất rắn B và B₁.
 3. Tính khối lượng nguyên tử của R, biết rằng trong hỗn hợp ban đầu số mol RCO_3 gấp 2,5 lần số mol của MgCO_3 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Các phương trình phản ứng:



Vì $n_{\text{CO}_2} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1$ (mol) mà khối lượng muối khan thu được 6 gam chứng

tỏ chỉ có thể có một muối tan và một muối không tan. Do đó MgSO_4 là muối tan, còn RSO_4 phải kết tủa vì chỉ 0,1 mol SO_4^{2-} đã có khối lượng 0,1. 96 = 9,6 gam.

$$\text{Vậy } n_{\text{MgCO}_3(\text{tan})} = n_{\text{MgSO}_4} = \frac{6}{24 + 96} = 0,05 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{RCO}_3} \text{ đã chuyển thành } \text{RSO}_4: 0,1 - 0,05 = 0,05 \text{ (mol)}.$$

Khi nung B lại thu được CO_2 chứng H_2SO_4 đã phản ứng hết.

$$\text{Vậy } C_{\text{M}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,1}{0,25} = 0,4 \text{ (M)}$$

2. Phản ứng nung B:



$$\begin{aligned} m_B &= m_X - m_{\text{MgCO}_3(\text{tan})} - m_{\text{RCO}_3(\text{tan})} + m_{\text{RSO}_4} \\ &= 57,65 - 0,05. 84 - (R + 60). 0,05 + 0,05. (R + 96) = 55,25 \text{ gam} \end{aligned}$$

$$m_{\text{BI}} = m_B - m_{\text{CO}_2} = 55,25 - \frac{5,6}{22,4} \cdot 44 = 55,25 - 11 = 44,25 \text{ g}$$

3. Gọi x là số mol của MgCO_3

y là số mol của RCO_3 .

$$\text{Từ (3), (4) ta có hệ: } \begin{cases} (y + 0,05) = 2,5. (0,05 + x) \\ x + y = 0,25 \end{cases}$$

$$\text{Giải hệ ta tìm được: } \begin{cases} x = 0,05 \\ y = 0,2 \end{cases}$$

$$m_X = 84. (0,05 + 0,05) + (R + 60). (0,2 + 0,05) = 57,65$$

$$\Rightarrow R = 137 \text{ (Bari; Ba)}.$$

21. Trộn đều 30,96 gam hỗn hợp bột X gồm MgCO_3 và kim loại R có hóa trị không đổi rồi chia làm hai phần bằng nhau.

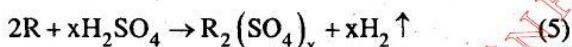
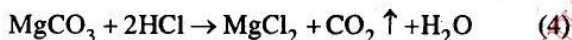
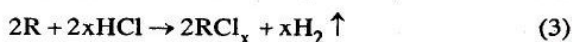
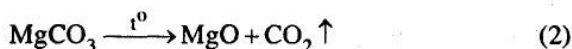
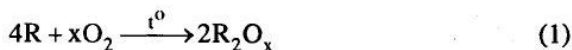
– Đốt nóng phần I trong không khí, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 15 gam hỗn hợp các oxit kim loại.

– Để hòa tan vừa hết phần II cần 500 ml dung dịch chứa hỗn hợp HCl 1,2M và H₂SO₄ 0,24M được dung dịch A và có V lít khí B bay ra.

1. Viết các phương trình hóa học.
2. Xác định kim loại R và tỷ khối của B so với H₂.
3. Cho 61,65 gam Ba kim loại vào dung dịch A. Sau khi các phản ứng kết thúc, lọc được m gam rắn F không tan và 500 ml dung dịch E. Tính giá trị của m và nồng độ C_M của mỗi chất tan có trong dung dịch E.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Các PTPƯ:



2. Theo bài ra: $n_{HCl} = 0,5.1,2 = 0,6 \text{ (mol)}$; $n_{Ba} = \frac{61,65}{137} = 0,45 \text{ (mol)}$

$$n_{H_2SO_4} = 0,5.0,24 = 0,12 \text{ (mol)}; \quad m_{mặt\ ph\ Cn} = \frac{30,96}{2} = 15,48 \text{ (g)}$$

Gọi M là khối lượng mol của kim loại R.

Đặt n_R ở mỗi phần là a (mol); n_{MgCO₃} ở mỗi phần là b (mol)

$$m_x \text{ ở mỗi phần} = Ma + 84b = 15,48$$

$$\text{Từ (1): } n_{R_2O_x} = \frac{1}{2} n_R = \frac{1}{2} a \rightarrow m_{R_2O_x} = (M + 8x).a$$

$$\begin{aligned} \text{(2): } n_{MgO} &= n_{MgCO_3} = b \rightarrow m_{MgO} = 40b \\ &\rightarrow M.a + 8ax + 40b = 15 \end{aligned}$$

$$\text{Từ (3) và (5): } n_H = x.n_R = ax$$

$$\text{(4) và (6): } n_H = 2.n_{MgCO_3} = 2b \rightarrow ax + 2b = 0,84$$

$$\text{Ta có hệ phương trình: } \begin{cases} 44b - 8ax = 0,48 \\ 2b + ax = 0,84 \end{cases}$$

$$\text{Đặt } ax = 1 \text{ có hệ } \begin{cases} 44b - 8t = 0,48 \\ 2b + t = 0,84 \end{cases}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Giải hệ này ta được: $b = 0,12; t = 0,6$

Với $t = 0,6 \rightarrow a = \frac{0,6}{x}$

$b = 0,12 \rightarrow m_{\text{MgCO}_3} = 0,12.84 = 10,08(\text{g}) \rightarrow m_R = 15,48 - 10,08 = 5,4(\text{g})$

$Ma = 5,4$ hay $M \cdot \frac{0,6}{x} = 5,4 \rightarrow M = 9x$

Chọn: $x = 1 \rightarrow M = 9$ (loại)

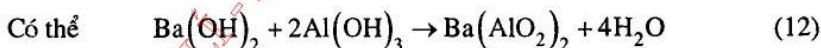
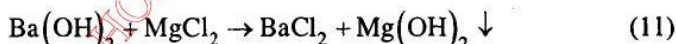
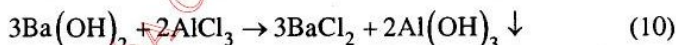
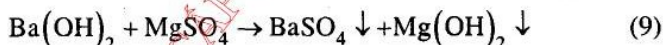
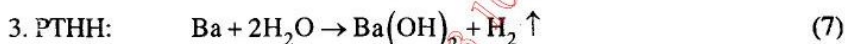
$x = 2 \rightarrow M = 18$ (loại)

$x = 3 \rightarrow M = 27 \rightarrow R$ là Al

Từ (3) và (5) có $n\text{H}_2 = \frac{3}{2}n\text{Al} = 0,3(\text{mol})$

Từ (4) và (6) có $n\text{CO}_2 = n_{\text{MgCO}_3} = 0,12(\text{mol})$

$\rightarrow$ Tỷ khối của B so với $\text{H}_2 = \frac{0,3.2 + 0,12.44}{(0,3 + 0,12).2} = 7$



Trong dung dịch A có chứa 4 chất tan: $\text{MgCl}_2; \text{MgSO}_4; \text{AlCl}_3; \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,

trong đó: Tổng $n_{\text{Mg}} = 0,12; n_{\text{Al}} = 0,2; n_{\text{Cl}} = 0,6; n_{\text{SO}_4} = 0,12$

Theo pt (7) $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = n_{\text{Ba}} = 0,45; n_{\text{OH}}$ trong $\text{Ba}(\text{OH})_2 = 2.0,45 = 0,9(\text{mol})$

Từ (8) và (9): $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = n_{\text{Ba}} = 0,45; n_{\text{OH}} = 0,12(\text{mol}) < 0,45(\text{mol})$

$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2}$ dư: Các phản ứng (10) và (11) xảy ra cùng (8); (9).

Từ (8) và (10): $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = \frac{3}{2}n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{3}{2}n_{\text{Al}} = 0,3$

Từ (9) và (11): $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = n_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = n_{\text{Mg}} = 0,12$

Sau (8); (9); (10); (11) $\rightarrow n_{\text{Ba(OH)}_2}$ còn dư $= 0,45 - 0,3 - 0,12 = 0,03$ (mol)

Phản ứng (12) xảy ra.

Từ (12): $n_{\text{Al(OH)}_3}$ bị tan $= 2n_{\text{Ba(OH)}_2} = 2 \cdot 0,03 = 0,06$ (mol) $< 0,2$ (mol)

Sau khi các phản ứng kết thúc $n_{\text{Al(OH)}_3}$ còn lại $= 0,2 - 0,06 = 0,14$ (mol)

Vậy khối lượng kết tủa F chính là giá trị của m và

$$m = 0,12 \cdot 233 + 0,12 \cdot 58 + 0,14 \cdot 78 = 45,84 \text{ (g)}$$

Từ (10) và (11) $n_{\text{BaCl}_2} = \frac{1}{2} n_{\text{Cl}} = \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3$ (mol)

Vậy nồng độ C_M của các chất tan trong dung dịch E lần lượt là:

$$C_{M_{\text{BaCl}_2}} = 0,3 : 0,5 = 0,6M$$

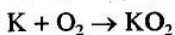
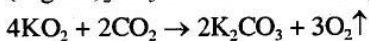
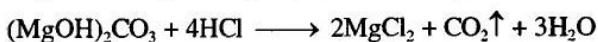
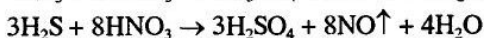
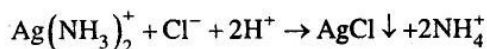
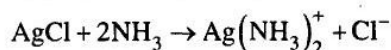
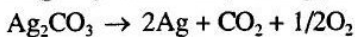
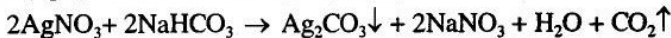
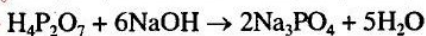
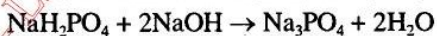
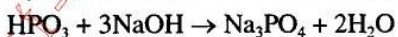
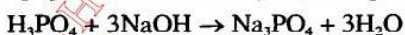
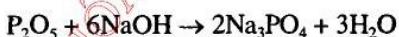
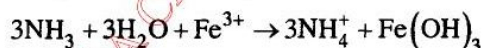
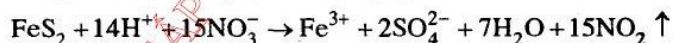
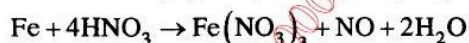
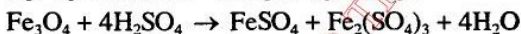
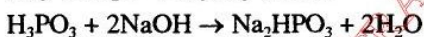
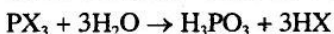
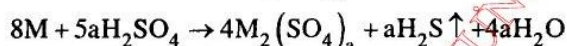
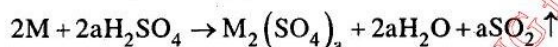
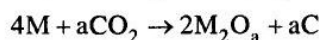
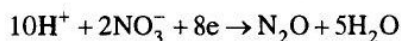
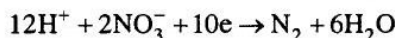
Từ (12): $n_{\text{Ba(AlO}_2)_2} = n_{\text{Ba(OH)}_2} - 0,03$

$$\rightarrow C_{M_{\text{Ba(AlO}_2)_2}} = 0,03 : 0,5 = 0,06M$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Chuyên đề 15. XÁC ĐỊNH CHẤT

A. LÍ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Cho 6,63 gam kim loại M tác dụng hết với 500 ml dung dịch HNO_3 (dung dịch A) thu được dung dịch B và thoát ra 0,336 lít hỗn hợp C gồm hai khí X và Y

không màu, không hóa nâu trong không khí, tỷ khối của C so với hydro là $\frac{50}{3}$

Cho thêm dung dịch KOH dư vào B thì thấy thoát ra 0,1792 lít khí. Biết các thể tích đo ở đktc, xác định kim loại M và tính C_M của dung dịch HNO_3 đã dùng?

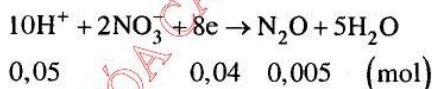
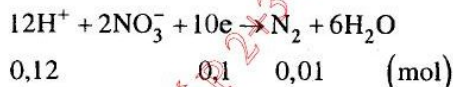
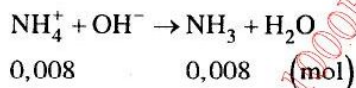
Phân tích và hướng dẫn giải

Hỗn hợp hai khí không màu, không hóa nâu ngoài không khí là N_2 và N_2O . Gọi số mol N_2 và N_2O lần lượt là a và b. Ta có:

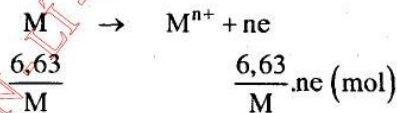
$$\begin{cases} a + b = \frac{0,336}{22,4} = 0,015 \\ \overline{M_C} = \frac{28a + 44b}{0,015} = \frac{50}{3} \cdot 2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a + b = 0,015 \\ 28a + 44b = 0,5 \end{cases}$$

Giải hệ trên: $a = 0,01$ (mol); $b = 0,005$ (mol).

Cho thêm dung dịch KOH dư vào B có khí thoát ra ($0,008 \text{ mol NH}_3$), do đó B có NH_4NO_3 .



Đặt kim loại cần tìm M có hóa trị n ($n = 1, 2, 3$)



$$\rightarrow \frac{6,63}{M} \cdot n = 0,204 \rightarrow M = 32,5 \cdot n$$

Nghiệm duy nhất thỏa mãn là $n = 2$ và $M = 65$ (Zn).

$$C_{M(\text{HNO}_3)} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 (\text{M}).$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

2. Hòa tan hoàn toàn 0,775 gam đơn chất R trong dung dịch HNO_3 đặc được một hỗn hợp gồm hai khí (tồn tại trong điều kiện thích hợp) nặng 5,75 gam, có tỷ khối hơi so với hydro là 115/3 và một dung dịch gồm 2 axit có oxi với hàm lượng oxi lớn nhất. Xác định đơn chất R.

Phân tích và hướng dẫn giải

R tác dụng với HNO_3 tạo ra 1 axit mới $\Rightarrow$ R là phi kim

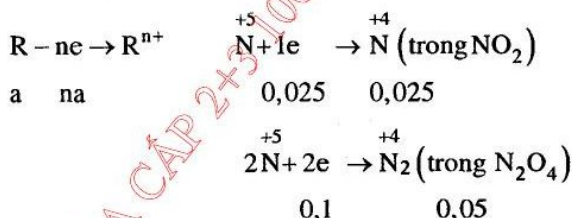
Vì phi kim tạo ra axit mới $\Rightarrow$ 2 khí trong X là của sản phẩm khử N

$\overline{M}_{2\text{khí}} = 38,3,2 = 76,6$; Khí có $M < 76,6$ là NO_2 (vì HNO_3 đặc), khí có $M > 76,6$ là N_2O_4 .

Gọi x, y là số mol của NO_2 và N_2O_4 : $\frac{46x + 92y}{x + y} = 76,6 \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{15,4}{30,6}$

Ta có hệ: $\begin{cases} 46x + 92y = 5,75 \\ x : y = 15,4 : 30,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,025 \\ y = 0,05 \end{cases}$

Gọi số mol R là a mol.



Theo định luật bảo toàn electron ta có:

$$na = 0,125 \rightarrow a = 0,125/n$$

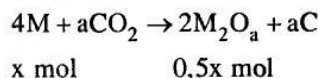
$$\text{R} \cdot a = 0,775 \rightarrow \text{R} = 6,2n; 1 \leq n < 8.$$

Xét $n = 5$ là thỏa mãn $\rightarrow \text{R} = 31 \Rightarrow \text{R}$ là photpho (P).

3. Đốt cháy hoàn toàn một dây kim loại trong bình chứa CO_2 thì thu được một oxit có khối lượng 16 gam. Cũng cho lượng kim loại trên tác dụng với dung dịch H_2SO_4 dư thì thu được 2,24 lít một khí duy nhất (đktc). Xác định kim loại.

Phân tích và hướng dẫn giải

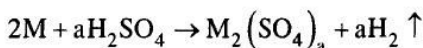
Kim loại tác dụng được với CO_2 phải là kim loại mạnh (nhóm A) nên chỉ có một hóa trị duy nhất và có số mol là x.



$$\text{Ta có: } 0,5x \cdot (2M + 16a) = 16 \quad (1)$$

Khi cho M tác dụng với H_2SO_4 vì chưa biết nồng độ nên có thể có 3 khả năng xảy ra: tạo H_2 hoặc SO_2 hoặc H_2S .

* TH1: Nếu tạo ra H_2

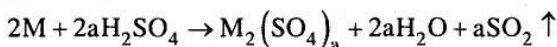


x mol

ax / 2 mol

Ta có: $xa/2 = 0,1$

(2)

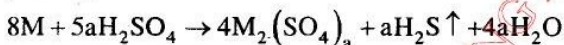
Từ (1) và (2) ta có $M = 72a$. Biện luận không có a và M thỏa mãn (loại).* TH2: Nếu tạo ra SO_2 

x mol

ax / 2 mol

Ta có: $xa/2 = 0,1$

(2)

Từ (1) và (2) ta có $M = 72a$, biện luận không có a và M thỏa mãn (loại).* TH3: Nếu tạo ra H_2S 

x mol

ax / 8 mol

Ta có: $xa/8 = 0,1$

(2)

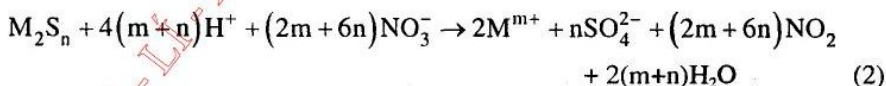
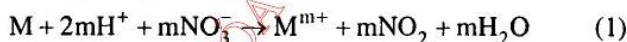
Từ (1) và (2) ta có $M = 12a$ biện luận có a = 2 và M = 24 thỏa mãn (Mg).

4. Hòa tan 4,8 gam kim loại M bằng dung dịch HNO_3 đặc, nóng, dư, hay hòa tan 2,4 gam muối sunfua kim loại này cũng trong dung dịch HNO_3 đặc, nóng, thì đều cùng sinh ra khí NO_2 duy nhất có thể tích bằng nhau trong cùng điều kiện.

- Viết các phương trình phản ứng dưới dạng phương trình ion.
- Xác định kim loại M, công thức phân tử muối sunfua.
- Hấp thụ khí sinh ra ở cả hai phản ứng trên vào 300 ml dung dịch NaOH 1M, rồi thêm vào đó một ít phenolphthalein. Hỏi dung dịch thu được có màu gì? Tại sao?

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Phương trình phản ứng:

b) Vì số mol NO_2 ở hai trường hợp là bằng nhau nên ta có:

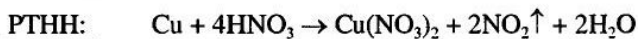
$$\frac{4,8}{M} m = \frac{2,4}{2M + 32n} (2m + 6n)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M = \frac{64mn}{6n - 2m} \\ n, m = 1, 2, 3 \end{cases} \text{ , nghiệm thích hợp là } n = 1, m = 2 \text{ và } M = 64.$$

Vậy M là Cu và công thức muối là Cu_2S .

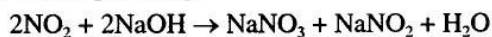
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$c) n_{\text{Cu}} = \frac{4,8}{64} = 0,075 \text{ (mol)}$$

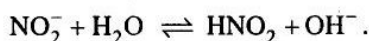


$$\Rightarrow n_{\text{NO}_2} = 2 \times 2 \times 0,075 = 0,3 \text{ (mol)} = n_{\text{NaOH}}$$

$\Rightarrow$ Đã xảy ra vừa đủ phản ứng:



Dung dịch thu được có màu hồng do NO_2^- tạo môi trường bazơ:



5. Cho 3,64 gam hỗn hợp các oxit, hidroxit và muối cacbonat trung hòa của kim loại M có hóa trị II phản ứng vừa đủ với 117,6 gam dung dịch H_2SO_4 10%. Sau phản ứng thoát ra 448 ml một chất khí ở đktc và dung dịch muối duy nhất có nồng độ 10,876%. Biết khối lượng riêng của dung dịch muối này là 1,093 g/ml và quy đổi ra nồng độ mol thì giá trị là 0,545M.

a) Xác định M?

b) Tính % khối lượng mỗi chất trong hỗn hợp ban đầu?

Phân tích và hướng dẫn giải

a) + Số mol $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,12 \text{ mol}$; $\text{CO}_2 = 0,02 \text{ mol}$

+ Khối lượng dung dịch sau phản ứng là: $117,6 + 3,64 - 0,02 \cdot 44 = 120,36 \text{ gam}$

$\Rightarrow$ Thể tích dung dịch sau phản ứng $= 120,36 / 1,093 = 110,112 \text{ ml}$

$\Rightarrow$ Số mol muối trong dung dịch $= 0,110112 \cdot 0,545 = 0,06 \text{ mol}$.

+ Nếu muối trong dung dịch là muối trung hòa thì đó phải là $\text{MSO}_4 = 0,06 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ Số mol H_2SO_4 phản ứng $= 0,06 \text{ mol}$ (trái với giả thiết).

$\Rightarrow$ muối trong dung dịch phải là $\text{M}(\text{HSO}_4)_2$.

+ Gọi x, y, z lần lượt là số mol MO, $\text{M}(\text{OH})_2$, MCO_3 ta có:

$$x(\text{M} + 16) + y(\text{M} + 34) + z(\text{M} + 60) = 3,64$$

$$2x + 2y + 2z = 0,12$$

$$z = 0,02$$

$$(x + y + z)(\text{M} + 194) = 120,36 \cdot 0,10876$$

+ Giải hệ trên được: $x = y = z = 0,02 \text{ mol}$; $\text{M} = 24$ (magie).

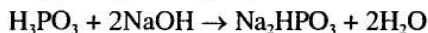
b) % khối lượng của $\text{MgO} = 21,98\%$; $\text{Mg}(\text{OH})_2 = 31,87\%$; $\text{MgCO}_3 = 46,15\%$.

6. Thủy phân hoàn toàn 2,475 gam halogenua của photpho người ta thu được hỗn hợp 2 axit (axit của photpho với số oxi hóa tương ứng và axit không chứa oxi của halogen). Để trung hòa hoàn toàn hỗn hợp này cần dùng 45 ml dung dịch NaOH 2M. Xác định công thức của halogenua đó.

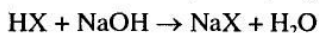
Phân tích và hướng dẫn giải

Halogenua của photpho có thể có công thức PX_3 hoặc PX_5 .

* Xét trường hợp PX_3 :



(axit H_3PO_3 là axit hai lần axit)



Số mol $NaOH = 2.0,045 = 0,09$ mol

Để trung hòa hoàn toàn sản phẩm thủy phân 1 mol PX_3 cần 5 mol $NaOH$;

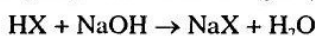
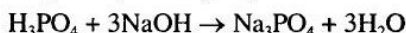
Số mol $PX_3 = 1/5$ số mol $NaOH = 0,09/5 = 0,018$ mol

Khối lượng mol phân tử $PX_3 = 2,475/0,018 = 137,5$

Khối lượng mol của $X = (137,5 - 31): 3 = 35,5$

$\Rightarrow X$ là Cl. Công thức PCl_3 .

* Xét trường hợp PX_5 : $PX_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HX$



Số mol $NaOH = 2.0,045 = 0,09$ mol

Để trung hòa hoàn toàn sản phẩm thủy phân 1 mol PX_5 cần 8 mol $NaOH$;

Số mol $PX_5 = 1/8$ số mol $NaOH = 0,09/8 = 0,01125$ mol

Khối lượng mol phân tử $PX_5 = 2,475/0,01125 = 220$

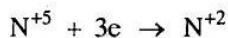
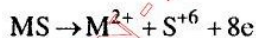
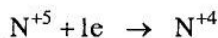
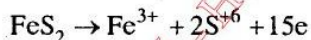
Khối lượng mol của $X = (220 - 31): 5 = 37,8 \Rightarrow$ không ứng với halogen nào.

7. Cho hỗn hợp X gồm FeS_2 và MS có tỷ lệ mol 1: 1 (M là kim loại có hóa trị không đổi). Cho 6,51 gam X tác dụng hoàn toàn với lượng dư dung dịch HNO_3 đun nóng thu được dung dịch Y và 13,216 lít (đktc) hỗn hợp khí Z có khối lượng 26,34 gam gồm NO_2 , NO. Thêm lượng dư dung dịch $BaCl_2$ loãng vào Y thì thu được a gam kết tủa. Xác định kim loại M và tính giá trị của a?

Phân tích và hướng dẫn giải

$n_{\text{hh khí}} = 0,59$ mol. Gọi n_{NO_2} và n_{NO} lần lượt là a và b.

Ta có hệ:
$$\begin{cases} a + b = 0,59 \\ 46a + 30b = 26,34 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,54 \\ b = 0,05 \end{cases}$$



Theo định luật bảo toàn electron: $15x + 8x = 0,69 \Rightarrow x = 0,03$

Theo bài ra: $(120. 0,03) + (M + 32). 0,03 = 6,51 \Rightarrow M = 65$ (Zn).

Vì nguyên tố lưu huỳnh được bảo toàn nên:

$$n_{BaSO_4} = n_{SO_4^{2-}} = n_{MS} + 2n_{FeS_2} = 0,09$$

$$\Rightarrow a = m(BaSO_4) = 0,09. 233 = 20,97g.$$

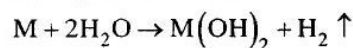
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

8. Hòa tan hết 7,33 gam hỗn hợp kim loại M (chỉ có hóa trị II) và oxit của nó vào nước, thu được 1 lít dung dịch X có pH = 13.
- a. Xác định kim loại M.
- b. Tính thể tích dung dịch chứa HCl và H₂SO₄ có pH = 0 cần thêm vào 1 lít dung dịch X để thu được dung dịch mới có pH = 1,699.

Phân tích và hướng dẫn giải

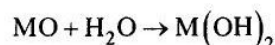
- a. Gọi x, y lần lượt là số mol của M và MO, ta có:

$$Mx + y(M+16) = 7,33 \quad (I)$$



x

x



y

y

$$\Rightarrow \text{Số mol } OH^- = 2x + 2y = 1.0,1 = 0,1 \quad (II)$$

$$+ \text{Từ (I, II) ta có: } 16y = 7,33 - 0,05M \Rightarrow M = 146,6 - 320y \quad (*)$$

$$+ \text{Từ (II) suy ra: } 0,05 > y > 0 \text{ thay vào (*) ta có:}$$

$$146,6 > M > 130,6 \Rightarrow M = 137, M \text{ là Ba}$$

- b. Số mol của OH⁻ = 0,1. 0,1 = 0,01 mol;

Gọi V là thể tích cần tìm $\Rightarrow$ số mol H⁺ = 1V mol.

Vì pH của dung dịch sau phản ứng = 1,699 < 7 nên axit dư.



Ban đầu: V 0,01

Phản ứng: 0,01 0,01

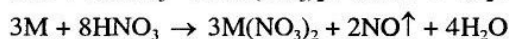
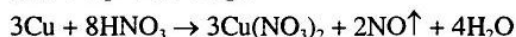
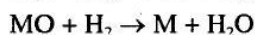
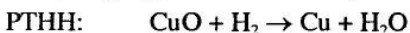
Còn: V-0,01 0

$$\Rightarrow \frac{V-0,01}{V+0,1} = 10^{-1,699} \Rightarrow V = 0,0122 \text{ lít.}$$

9. Trộn CuO với một oxit của kim loại chỉ có hóa trị II theo tỉ lệ mol tương ứng là 1:2 được hỗn hợp A. Dẫn một luồng khí H₂ dư đi qua 3,6 gam A nung nóng, thu được hỗn hợp B. Để hòa tan hết B cần 60 ml dung dịch HNO₃ 2,5M, thu được V lít khí NO (duy nhất, đktc) và dung dịch chỉ chứa muối nitrat kim loại. Xác định kim loại nói trên và tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

* Trường hợp 1: Oxit của M bị khử.

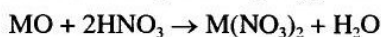
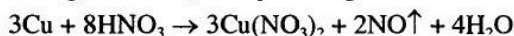


Ta có hệ phương trình:
$$\begin{cases} 80a + (M + 16) \cdot 2a = 3,6 \\ \frac{8a}{3} + \frac{16a}{3} = 0,15 \end{cases} \Rightarrow a = 0,01875 \text{ và } M = 40 \text{ (Ca)}.$$

$\Rightarrow$ Loại vì CaO không bị khử.

* **Trường hợp 2:** Oxit của M không bị khử.

B phản ứng với HNO_3 có 2 phản ứng:



Tương tự trên, có kết quả: $M = 24$ (M là Mg, thỏa mãn)

$$\Rightarrow V = \frac{0,0225 \cdot 2}{3} \cdot 22,4 = 0,336 \text{ lít} \rightarrow \begin{cases} \% \text{CuO} = 41,66\% \\ \% \text{MgO} = 58,34\% \end{cases}$$

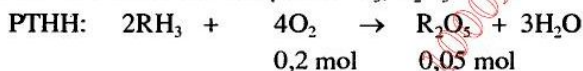
10. R là nguyên tố thuộc nhóm VA. X là hợp chất khí của R với hidro, Y là oxit cao nhất của R. Đốt cháy một lượng X cần vừa đủ 6,4 gam oxi, thu được 7,1 gam Y.

a) Xác định R.

b) Cho toàn bộ lượng Y ở trên phản ứng vừa đủ với V lít dung dịch KOH 1M thu được 15,12 gam muối. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

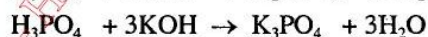
a) CTPT của X và Y lần lượt là: RH_3 , R_2O_5



$$M_{\text{R}_2\text{O}_5} = \frac{7,1}{0,05} = 142 \Rightarrow M_R = 31 \Rightarrow \text{R là photpho (P)}.$$

b) Số mol $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,05 \Rightarrow$ số mol H_3PO_4 tương ứng là 0,1 mol

Các phản ứng có thể xảy ra:



Nhận xét: số mol H_2O sinh ra = số mol KOH phản ứng = x mol

$$\text{Bảo toàn khối lượng: } 9,8 + 56x = 15,12 + 18x \Rightarrow x = 0,14$$

Vậy thể tích KOH 1M cần dùng là 0,14 lít.

11. Để hòa tan hoàn toàn 11,4 gam hỗn hợp E gồm Mg và kim loại M có hóa trị không đổi cần một lượng dung dịch HNO_3 loãng, vừa đủ thu được 0,896 lít (ở đktc) hỗn hợp khí gồm N_2 và N_2O có tỉ khối so với H_2 là 16 và dung dịch F. Chia dung dịch F làm hai phần bằng nhau. Đem cô cạn phần 1 thu được 23,24 gam muối khan. Phần 2 cho tác dụng với dung dịch NaOH dư thu được 4,35 gam kết tủa trắng. Xác định kim loại M và khối lượng từng kim loại trong hỗn hợp E.

Phân tích và hướng dẫn giải

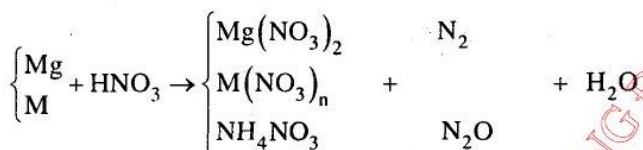
Gọi số mol (N_2 và N_2O) = (x và y). Theo bài ra:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

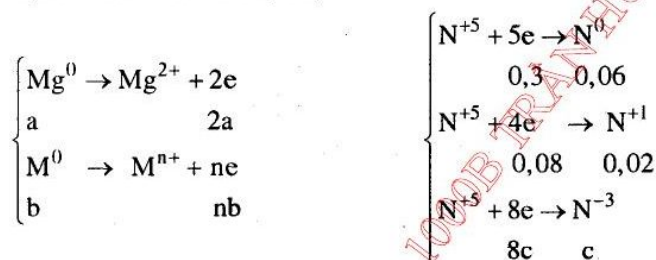
$$\begin{cases} x + y = 0,04 \\ 28x + 44y = 1,28 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,03 \\ y = 0,01 \end{cases}$$

Gọi số mol (Mg và M) = (a và b) $\Rightarrow 24a + bM = 11,4$ (I)

Sơ đồ phản ứng:



Gọi c là số mol của NH_4NO_3



Theo định luật bảo toàn electron: $2a + nb = 0,38 + 8c$

$$\sum m_{(\text{môi})} = 11,4 + 62 \cdot (2a + nb) + 80c = 23,24 \cdot 2 = 46,48$$

$$\Rightarrow c = 0,02 \text{ và } 2a + nb = 0,54 \quad \text{(II)}$$

* **Trường hợp 1:** M không phải là kim loại có hidroxit lưỡng tính.

Vậy kết quả là: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ và $\text{M}(\text{OH})_n$

$$\Rightarrow 58a + b \cdot (M + 17n) = 4,35 \cdot 2 = 8,7$$

Từ (I), (II), (III) $\Rightarrow$ Hệ vô nghiệm.

* **Trường hợp 2:** M là kim loại có hidroxit lưỡng tính.

Vậy kết quả chỉ là: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \Rightarrow a = \frac{4,35 \cdot 2}{58} = 0,15 \text{ (mol)}$

Thay vào (I) và (II) $\Rightarrow bM = 7,8$ và $nb = 0,24 \Rightarrow M = 32,5n$

Chỉ có $n = 2$, $M = 65$ (Zn) thỏa mãn.

Vậy: $m_{\text{Mg}} = 0,15 \cdot 24 = 3,6\text{g}$
 $m_{\text{Zn}} = 11,4 - 3,6 = 7,8\text{g}.$

12. Hoà tan hoàn toàn hỗn hợp 3 kim loại Na, Zn, Fe trong dung dịch H_2SO_4 loãng, thu được V lít khí H_2 (đktc). Hoà tan hoàn toàn hỗn hợp Fe và kim loại M (M có hoá trị 2) trong dung dịch HCl, cũng thu được V lít khí H_2 (đktc). Xác định kim loại M, biết rằng khối lượng Fe trong hai hỗn hợp là như nhau, khối lượng M bằng 1/2 tổng khối lượng Na và Zn.

15. Chia 16,68 gam hỗn hợp X gồm Fe và kim loại R (hóa trị không đổi) thành ba phần bằng nhau.

Phần 1 cho vào dung dịch HCl dư, sau phản ứng xảy ra hoàn toàn chỉ thu được dung dịch và 3,136 lít H_2 .

Phần 2 cho vào dung dịch HNO_3 loãng, dư sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 2,688 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Các thể tích khí đo ở đktc.

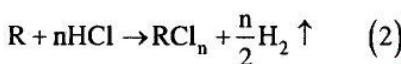
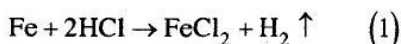
1. Xác định kim loại R và tính thành phần phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong hỗn hợp ban đầu.

2. Cho phần 3 vào V lít dung dịch $CuSO_4$ 1M, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 8,64 gam chất rắn. Tính V.

Phân tích và hướng dẫn giải

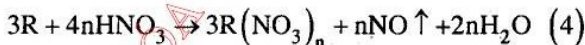
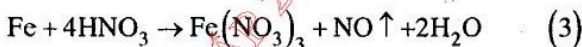
1. Mỗi phần có khối 5,56 gam; gọi trong mỗi phần có chứa x mol Fe và y mol kim loại R.

Phần 1:



$$n_{H_2} = 0,14 \text{ (mol)} \Rightarrow x + \frac{n}{2} \cdot y = 0,14 \quad (I)$$

Phần 2



$$n_{NO} = 0,12 \text{ (mol)} \Rightarrow x + \frac{n}{3} \cdot y = 0,12 \quad (II)$$

Giải hệ phương trình (I), (II) ta có: $x = 0,08 \text{ (mol)}$; $y = \frac{0,12}{n}$

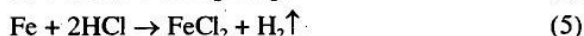
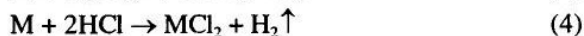
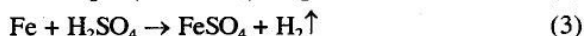
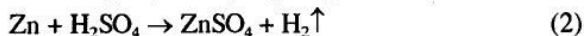
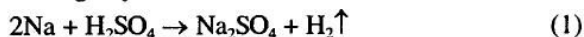
Theo khối lượng hỗn hợp ban đầu ta có: $56x + M_R \cdot y = 5,56$

$$\Leftrightarrow M_R = 9 \cdot n; n \text{ là hóa trị.}$$

$$n = 1 \Rightarrow M_R = 9 \text{ (loại)}$$

Phân tích và hướng dẫn giải

PTHH các phản ứng xảy ra:



Khối lượng Fe trong 2 hỗn hợp là như nhau, nên số mol H_2 tạo ra ở (3) = (5), suy ra số mol H_2 ở (1) + (2) = (4).

Số mol Na = x, Zn = y $\rightarrow$ Số mol H_2 ở (1) + (2) = $x/2 + y$

$\rightarrow$ Số mol H_2 ở (4) = $x/2 + y \rightarrow$ Số mol M = $x/2 + y$

$\rightarrow$ Khối lượng M = $M(x/2 + y)$

Theo bài ra khối lượng M = $1/2$ tổng khối lượng Na và Zn

$\rightarrow 23x + 65y = 2M(x/2 + y) \rightarrow 23x - M.x = 2M.y - 65y$

$\rightarrow x(23 - M) = 2y(M - 32,5) \rightarrow x/2y = M - 32,5/23 - M$

Do x, y > 0 $\rightarrow 23 < M < 32,5$.

M là kim loại hoá trị 2 nên suy ra M là Mg (M = 24).

13. Hoà tan lần lượt a gam Mg, xong đến b gam Fe và cuối cùng là c gam một oxit sắt X trong dung dịch H_2SO_4 loãng, dư thì được 1,23 lít khí H_2 (đo ở 27°C , 1 atm) và dung dịch B.

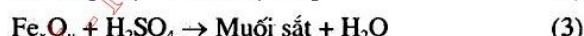
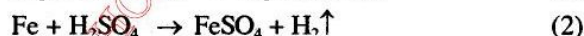
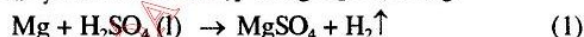
Lấy $1/5$ dung dịch B cho tác dụng vừa đủ với dung dịch KMnO_4 0,05M thì hết 60 ml, được dung dịch C. Trong C có 7,314 gam hỗn hợp muối trung tính.

a. Tìm công thức oxit sắt X đã dùng.

b. Tính a, b, c.

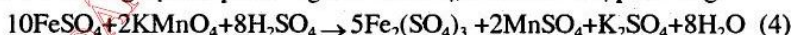
Phân tích và hướng dẫn giải

Oxit sắt là Fe_xO_y . Hoà tan hỗn hợp trong H_2SO_4 loãng:



$$n_{\text{H}_2} = 0,05 \text{ mol} \Rightarrow \text{tổng } n_{\text{Mg} + \text{Fe}} = 0,05 \text{ mol}$$

Cho $1/5$ dung dịch B phản ứng với KMnO_4 , chỉ có FeSO_4 phản ứng:



$$n_{\text{KMnO}_4} = 0,05 \cdot 0,06 = 0,003 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{FeSO}_4} = 0,003 \cdot 10/2 = 0,015 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{FeSO}_4} \text{ có trong toàn bộ dung dịch B} = 0,015 \cdot 5 = 0,075 > n_{\text{Fe}} \text{ ban đầu.}$$

Vậy Fe_xO_y khi phản ứng với H_2SO_4 nó sinh ra muối $\text{FeSO}_4 \Rightarrow$ là FeO hoặc Fe_3O_4 .

* Nếu là FeO thì trong $1/5$ dung dịch B có $n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,0075 \text{ mol}$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$n_{\text{MnSO}_4} = 0,003 \text{ mol}, n_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 0,0015 \text{ mol và } n_{\text{MgSO}_4} = a' \text{ mol}$$

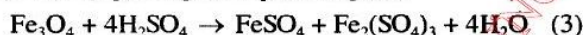
⇒ Tổng khối lượng các muối khan là:

$$m = 0,0075 \cdot 400 + 0,003 \cdot 151 + 0,0015 \cdot 174 + 120a' = 7,314 \text{ (g)}$$

$$\Rightarrow n_{\text{MgSO}_4} = a' = \frac{3,6}{120} = 0,03 \text{ (mol)} \Rightarrow \text{Trong toàn bộ dung dịch B sẽ có}$$

$$n_{\text{MgSO}_4} = 0,03 \cdot 5 = 0,15 \text{ (mol)} > n_{\text{Mg} + \text{Fe}} \text{ ban đầu} \Rightarrow \text{vô lí} \Rightarrow \text{loại.}$$

* Nếu là Fe_3O_4 . Viết lại phương trình phản ứng (3):



Đặt x, y, z lần lượt là n_{Mg} , n_{Fe} ra $n_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$ ban đầu ta có:

$$n_{\text{H}_2} = x + y = 0,05$$

$$n_{\text{FeSO}_4} = y + z = 0,015 \cdot 5 = 0,075$$

Khối lượng muối trung tính có trong 1/5 dung dịch B là:

$$m_{\text{muối}} = 120 \cdot \frac{x}{5} + 400 \left(\frac{0,015}{2} + \frac{z}{5} \right) + 0,003 \cdot 151 + 0,0015 \cdot 174 = 7,314.$$

Giải hệ phương trình này được $x = 0,015$, $y = 0,035$, $z = 0,04$.

a. Như vậy kết quả trên là hợp lí ⇒ Oxit chính là Fe_3O_4 .

b. Tính a, b, c.

$$m_{\text{Mg}} = a = 24 \cdot 0,015 = 0,36 \text{ (g)}$$

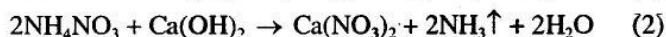
$$m_{\text{Fe}} = b = 56 \cdot 0,035 = 1,96 \text{ (g)}$$

$$m_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = c = 0,04 \cdot 232 = 9,28 \text{ (g)}.$$

14. Khi hoà tan 260 gam một kim loại chưa biết trong axit HNO_3 loãng, thu được muối nitrat của kim loại hoá trị 2 và một muối X. Khi đun nóng hỗn hợp 2 muối đó với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thu được khí A. Khi tác dụng với axit H_3PO_4 , khí A này tạo ra 66 gam muối monohidrophotphat. Xác định tên của kim loại hoá trị 2.

Phân tích và hướng dẫn giải

Li luận được X là NH_4NO_3 .



$$n_{(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4} = \frac{66}{132} = 0,5 \rightarrow n_{\text{NH}_3} = 1 \rightarrow n_{\text{M}} = 4 \Rightarrow \text{M} = \frac{260}{4} = 65$$

Vậy kim loại M chính là kẽm (Zn).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$$n = 2 \Rightarrow M_R = 18 \text{ (loại)}$$

$$n = 3 \Rightarrow M_R = 27 \Rightarrow \text{Kim loại R là Al; } n = 3.$$

$$\Rightarrow x = 0,08 \text{ (mol); } y = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \%m_{Fe} = 80,67\%; \%m_{Al} = 19,33\%.$$

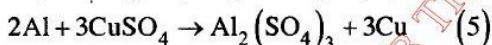
2. Phần 3

Sau phản ứng khối lượng chất rắn tăng = $8,64 - 5,56 = 3,08 \text{ gam}$

– Khi Al phản ứng hết, khối lượng chất rắn tăng = $64.0,06 - 27.0,04 = 2,76 \text{ gam} < 3,08 \text{ gam} \Rightarrow \text{Al phản ứng hết.}$

– Khi Fe phản ứng hết, khối lượng chất rắn tăng = $2,76 + 0,08(64 - 56) = 3,4 \text{ gam} > 3,08 \text{ gam} \Rightarrow \text{Fe phản ứng chưa hết.}$

Vậy Al phản ứng hết, Fe phản ứng một phần, gọi số mol Fe phản ứng là $z \text{ (mol)}$



$$0,04 \rightarrow 0,06 \rightarrow 0,06 \text{ (mol)}$$



$$z \text{ (mol)} \rightarrow z \rightarrow z$$

$$\Rightarrow 2,76 + (64 - 56).z = 3,08 \Rightarrow z = 0,04 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \sum n_{\text{CuSO}_4} \text{ phản ứng} = 0,06 + 0,04 = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow V = 0,1 \text{ lít} = 100 \text{ ml.}$$

16. Hòa tan 3 gam hỗn hợp A gồm kim loại R hóa trị 1 và M hóa trị 2 vào dung dịch chứa hỗn hợp HNO_3 và H_2SO_4 thu được dung dịch muối của hai kim loại và 2,94 gam hỗn hợp khí gồm NO_2 và D ($M_D < 92$; giả thiết trong hỗn hợp này D và NO_2 không phản ứng với nhau). Hỗn hợp khí này có thể tích là 1,344 lít (đktc).

a) Tính khối lượng hỗn hợp muối thu được. Nếu tỉ lệ NO_2 và D thay đổi thì khối lượng hỗn hợp muối sẽ biến đổi trong giới hạn nào?

b) Nếu cho R và M tác dụng vừa đủ với lượng như nhau khí Cl_2 thì khối lượng R phản ứng gấp 3,375 lần khối lượng M phản ứng, còn khối lượng muối clorua của R thu được gấp 2,126 lần khối lượng muối clorua của M. Tính phần trăm khối lượng mỗi kim loại trong A.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. $\text{R}(1), \text{M}(2) + \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{dung dịch 2 muối} + \text{hỗn hợp khí (NO}_2 \text{ và D)}$

$$* M_{\text{hh khí}} = \frac{2,94}{0,06} = 49, \text{ trong đó } M_{\text{NO}_2} = 46 \Rightarrow M_D > 49, \text{ chỉ có } \text{SO}_2 \text{ (M = 64)}$$

là phù hợp. Vậy khí D là SO_2 .

Gọi a, b lần lượt là số mol NO_2 và SO_2 trong hỗn hợp khí.

$$\text{Ta có: } \begin{cases} a + b = 0,06 \\ 46a + 64b = 2,94 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0,05 \\ b = 0,01 \end{cases}$$

* Các quá trình xảy ra:



$$\text{Từ (1-4), ta có: } n_{\text{NO}_2} = n_{\text{NO}_3^- (\text{mùi})} = 0,05$$

$$n_{\text{SO}_2} = n_{\text{SO}_4^{2-} (\text{mùi})} = 0,01$$

$$m_{\text{hh muối}} = m_{2\text{kl}} + m_{\text{nitrat (muối)}} + m_{\text{sunfat (muối)}}$$

* Từ các quá trình 1-4:

Cứ 1 mol R phản ứng tạo 1 mol NO_2 hoặc 1/2 mol SO_2

Tương tự, cứ 1 mol M phản ứng tạo 2 mol NO_2 hoặc 1 mol SO_2

Do đó, nếu phản ứng chỉ tạo ra NO_2 (tức là chỉ có muối nitrat) thì:

$$n_{\text{NO}_3^- (\text{mùi})} = n_{\text{NO}_2} = 0,05 + 2 \cdot 0,01 = 0,07 \text{ (mol)}$$

$$m_{\text{muối}} = 3 + 62 \cdot 0,07 = 7,34 \text{ gam.}$$

Nếu phản ứng chỉ tạo ra SO_2 (tức là chỉ có muối sunfat) thì:

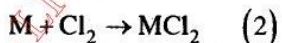
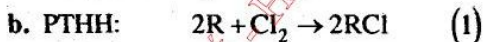
$$n_{\text{SO}_4^{2-} (\text{mùi})} = n_{\text{SO}_2} = \frac{0,05}{2} + 0,01 = 0,035 \text{ (mol)}$$

$$m_{\text{muối}} = 3 + 96 \cdot 0,035 = 6,36 \text{ gam.}$$

Vậy: khối lượng hỗn hợp muối biến đổi trong giới hạn:

$$6,36 \text{ gam} \leq m (\text{hh muối}) \leq 7,34 \text{ gam.}$$

Từ kết quả trên ta cũng thấy khi tỉ lệ NO_2 và SO_2 thay đổi thì khối lượng muối cũng nằm trong khoảng trên.



$$n_{\text{Cl}_2(1)} = n_{\text{Cl}_2(2)} \Rightarrow n_{\text{R}} = 2n_{\text{M}} \text{ và } n_{\text{RCl}} = 2n_{\text{MCl}_2}$$

$$\text{Ta có: } \begin{cases} 2\text{R} = 3,375\text{M} \\ 2\text{R} + 71 = 2,126(\text{M} + 71) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \text{R} = 108 \text{ (Ag)} \\ \text{M} = 64 \text{ (Cu)} \end{cases}$$

Mặt khác: nếu gọi x, y lần lượt là số mol của R và M trong hỗn hợp đầu, ta có:

$$108x + 64y = 3 \quad (*)$$

$$\text{Từ 1-4: } x + 2y = a + 2b = 0,07 \quad (**)$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cử Thanh Toàn

$$(*) \text{ và } (**) \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,01 \\ y = 0,03 \end{cases} \Rightarrow m_R = 1,08 \text{ gam}$$

Vậy: $\% mR = 36\%; \% mM = 64\%$.

17. R là một nguyên tố thuộc phân nhóm chính (nhóm A). Cho 15,45 gam muối clorua của R phản ứng vừa đủ với NH_3 tạo ra một hỗn hợp các sản phẩm gồm 16,05 gam NH_4Cl , 1,6 gam đơn chất R ở thể rắn và 4,6 gam muối nitrua của R. Xác định nguyên tố R, công thức muối nitrua của R (biết phân tử này có 2 nguyên tử nitơ). Viết phương trình phản ứng hóa học đã xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Ta có sơ đồ phản ứng: $\text{RCl}_x + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{R} + \text{R}_y\text{N}_2$

– **Tìm R:**

Số mol $\text{NH}_4\text{Cl} = 16,05/53,5 = 0,3$

$\rightarrow n_{\text{Cl}} = 0,3 \rightarrow m_{\text{Cl}} = 10,65\text{g}$

Trong RCl_x có khối lượng R = $15,45 - 10,65 = 4,8\text{g}$.

Ta có tỷ lệ: $\text{R}/35,5x = 4,8/10,65 \rightarrow \text{R} = 16x$.

Nếu $x = 1$ thì R là oxi (loại, vì oxi là chất khí), với các giá trị khác của x, chỉ có $x = 2$, $\text{R} = 32$ là phù hợp. Vậy R là lưu huỳnh.

– **Tìm muối nitrua:**

Khối lượng S có trong $\text{S}_y\text{N}_2 = 4,8 - 1,6 = 3,2\text{g}$

Số mol S = 0,1 mol

Khối lượng N có trong $\text{S}_y\text{N}_2 = 4,6 - 3,2 = 1,4\text{g}$.

Số mol N = 0,1 mol.

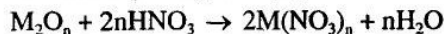
Vậy tỷ lệ mol S : N = 1 : 1 $\rightarrow$ Công thức hợp chất nitrua là S_2N_2 .

– **PTPU:** $3\text{SCl}_2 + 8\text{NH}_3 \rightarrow 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{S} + \text{S}_2\text{N}_2$

18. Hoà tan hoàn toàn 3,6 gam hỗn hợp chất X trong HNO_3 đặc, nóng được dung dịch A. Chia A làm 2 phần bằng nhau. Cho phần 1 phản ứng với dung dịch NaOH dư, lọc lấy kết tủa, nung ở nhiệt độ cao cho đến khối lượng không đổi được 1,2 gam oxit kim loại. Để hoà tan hoàn toàn lượng oxit này cần dùng 30 ml dung dịch HNO_3 1,5M (phản ứng này không có sự thay đổi số oxi hoá của nitơ). Thêm vào phần 2 lượng dư dung dịch BaCl_2 loãng, được 6,99 gam kết tủa trắng, không tan trong dung dịch axit mạnh. Xác định công thức phân tử của X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Gọi công thức của oxit kim loại là M_2O_n



$$\text{Số mol HNO}_3 = 0,045 \rightarrow \text{Số mol của M}_2\text{O}_n = \frac{0,045}{2n}$$

$$\text{Khối lượng của oxit là } \frac{0,045}{2n} \cdot (2M + 16n) = 1,2 \rightarrow M = 18,667n.$$

Nghiệm hợp lý là $n = 3$, $M = 56$ (Fe). Oxit Fe_2O_3 .

Vậy trong hợp chất X có nguyên tố Fe và khối lượng của Fe trong 3,6 gam X là $\frac{1,2.112,2}{160} = 1,68$ (g).

Phần 2 phản ứng với $BaCl_2$ dư, tạo kết tủa trắng không tan trong axit mạnh. Vậy kết tủa là $BaSO_4$. Số mol $BaSO_4 = 6,99/233 = 0,03 \rightarrow$ Khối lượng S trong $BaSO_4 = 0,03.32 = 0,96$ g $\rightarrow$ Khối lượng S trong X là $0,96 \cdot 2 = 1,92$ (g). Như vậy tổng khối lượng Fe và S trong X là 3,6 gam $\rightarrow$ X chỉ chứa 2 nguyên tố Fe, S với tỷ lệ số nguyên tử Fe : S = $0,03 : 0,06 = 1 : 2$.

Vậy công thức của X là FeS_2 .

19. Lấy dung dịch Na_2SO_3 có chứa 3,904 gam SO_3^{2-} . Thêm vào đó dung dịch MCl_2 có chứa 3,1 gam M^{2+} ta được 5,86 gam kết tủa sunfit và dung dịch A. Tìm kim loại M. Nếu trong dung dịch A có:

- a) Hai muối với $pH \approx 7$.
b) Hai muối với $pH > 7$.

Phân tích và hướng dẫn giải

PTTƯ:



- a) Một trong 2 muối của dung dịch A là NaCl, để cho dung dịch A có $pH = 7$ thì muối Na_2SO_3 không được dư. Và ta suy ra số mol muối sunfit = số mol SO_3^{2-} .

Vậy: Số mol $MSO_3 = 3,904/80 = 0,0488$ (mol)

$\rightarrow$ Phân tử khối của $MSO_3 = 5,86/0,0488 = 120 \rightarrow M = 40$ (Ca)

Vậy kim loại M chính là Ca.

- b) Muốn $pH > 7$ thì muối Na_2SO_3 phải dư. Theo sơ đồ: $M^{2+} \rightarrow MSO_3$, ta có:

Khối lượng $SO_3^{2-} = 5,86 - 3,1 = 2,76$ g

$\rightarrow$ Số mol $SO_3^{2-} = 0,0345$ mol

$\rightarrow$ Số mol $M^{2+} = 0,0345 \rightarrow M = 90$ (Sr).

Vậy M là nguyên tố Sr.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

20. Hòa tan MX_2 có sẵn trong tự nhiên bằng dung dịch HNO_3 dư, thu được dung dịch Y và khí NO_2 . Đem dung dịch Y tác dụng với $BaCl_2$ tạo kết tủa trắng không tan trong HNO_3 , dung dịch Y tác dụng với NH_3 dư cho kết tủa màu nâu đỏ. Xác định công thức phân tử của MX_2 và viết phương trình ion rút gọn trong các thí nghiệm trên.

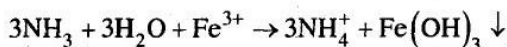
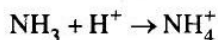
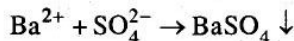
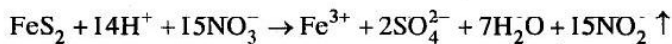
Phân tích và hướng dẫn giải

– Do tác dụng với $BaCl_2$ tạo kết tủa $\Rightarrow$ có SO_4^{2-} ;

– Tác dụng với dung dịch NH_3 tạo kết tủa nâu đỏ $\Rightarrow$ có Fe^{3+} .

Vậy MX_2 là FeS_2 .

Các phương trình hoá học xảy ra:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

21. Có 5 hợp chất vô cơ A, B, C, D, E đều là hợp chất của photpho. Khi cho 5 hợp chất trên lần lượt tác dụng với dung dịch NaOH dư đều thu được dung dịch có cùng chất là Na_3PO_4 . Hãy tìm công thức, gọi tên các chất trên và viết các phương trình phản ứng xảy ra.

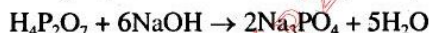
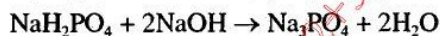
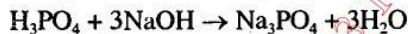
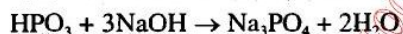
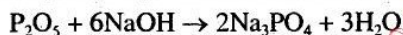
Phân tích và hướng dẫn giải

Các chất A, B, C, D, E có thể là các chất sau:

HPO_3 (axit metaphosphoric); H_3PO_4 (axit photphoric);

NaH_2PO_4 (natri dihidrophotphat); $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (axit diphotphoric)

P_2O_5 (diphotpho pentaoxit) hoặc Na_2HPO_4 (natri hidrophotphat).



22. Hòa tan hoàn toàn 0,775 gam đơn chất A trong dung dịch HNO_3 đặc thu được một hỗn hợp X gồm hai khí (tồn tại trong điều kiện thích hợp) có khối lượng 5,75g và một dung dịch gồm 2 axit có oxi với hàm lượng oxi lớn nhất. Để trung hòa hai axit này cần dùng vừa hết 0,1 mol NaOH.

1/ Xác định thành phần % theo số mol của mỗi chất trong hỗn hợp X. Biết $d(\text{X}/\text{H}_2) = 38,3$.

2/ Xác định đơn chất A.

3/ Tính tỉ lệ số mol hai axit có trong dung dịch sau phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Xác định % từng khí.

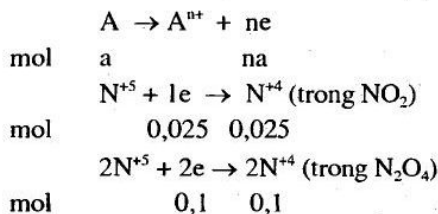
$\overline{M}_{\text{khí}} = 38,3.2 = 76,6$; Khí có $M < 76,6$ là NO_2 (vì HNO_3 đặc), khí có $M > 76,6$ là N_2O_4 .

Gọi x, y là số mol của NO_2 và N_2O_4 , ta có: $\frac{46x + 92y}{x + y} = 76,6 \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{15,4}{30,6}$

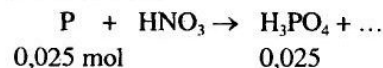
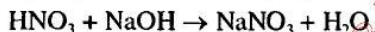
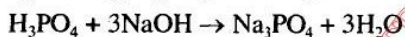
Tính số mol NO_2 và N_2O_4 : $\begin{cases} 46x + 92y = 5,75 \\ \frac{x}{y} = \frac{15,4}{30,6} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,025 \\ y = 0,05 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \% \text{NO}_2 = 33,33\% \\ \% \text{N}_2\text{O}_4 = 66,67\% \end{cases}$

2. Xác định đơn chất A.

Gọi số mol A là a mol

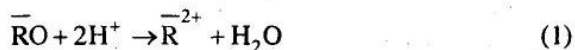
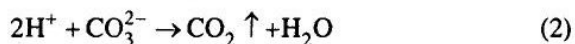
 $\Rightarrow$ Số mol electron nhận = $0,1 + 0,025 = 0,125$ molTheo định luật bảo toàn electron ta có: $na = 0,125 \rightarrow a = 0,125/n$ $A \cdot a = 0,775 \rightarrow A = 6,2n; 1 \leq n < 8$ Xét n (nguyên) = 5 là thỏa mãn $\rightarrow A = 31 \Rightarrow A$ là photpho (P).

3. Tính tỷ lệ 2 axit:

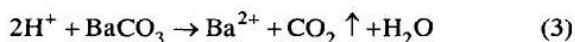
– Hai axit sau phản ứng: H_3PO_4 và HNO_3 dư. Tác dụng với NaOH (0,1 mol) $\Rightarrow$ Số mol HNO_3 sau phản ứng = $0,1 - 3 \cdot 0,025 = 0,025$ mol $\Rightarrow n_{HNO_3} : n_{H_3PO_4} = 0,025 : 0,025 = 1 : 1$

23. Hỗn hợp A_1 gồm hai oxit kim loại XO, YO. Khi hòa tan 60 gam A_1 vào 1 lít dung dịch hỗn hợp HCl 2M và H_2SO_4 0,75M thì thu được dung dịch B_1 . Phải dùng vừa hết 58,1 gam hỗn hợp muối $(NH_4)_2CO_3$ và $BaCO_3$ để tác dụng hết axit dư trong B_1 thu được dung dịch D_1 . Khối lượng dung dịch D_1 nặng hơn dung dịch B_1 là 12,8 gam.

a) Hãy tính % theo khối lượng mỗi muối cacbonat trong hỗn hợp.

b) Điện phân D_1 cho đến khi ở catot bắt đầu xuất hiện bọt khí thì dừng lại. Khi đó có 16 gam kim loại bám vào catot và 5,6 lít khí (đktc) thoát ra ở anot.Gọi tên 2 oxit và tính % theo khối lượng của mỗi oxit trong A_1 .**Phân tích và hướng dẫn giải**a) Đặt CTC XO, YO là $\bar{R}O$ Ta có: $n_{HCl} = 2 \text{ mol}, n_{H_2SO_4} = 0,75 \text{ mol} \Rightarrow n_{H^+} = 2 + 2 \cdot 0,75 = 3,5 (\text{mol})$  H^+ dư phản ứng với muối CO_3^{2-} 

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Củ Thanh Toàn



Đặt số mol XO, YO, $(NH_4)_2CO_3$, $BaCO_3$ tương ứng là x, y, z, t (mol)

$$\Rightarrow x(X + 16) + y(Y + 16) = xX + yY + 16(x + y) = 60 \quad (I)$$

$$m_{(NH_4)_2CO_3} + m_{BaCO_3} = 58,1$$

$$\Rightarrow m_{BaCO_3} < 58,1g \Rightarrow n_{BaCO_3} < \frac{58,1}{197} = 0,29 \text{ mol} < n_{H_2SO_4}$$

$\Rightarrow Ba^{2+}$ bị kết tủa hoàn toàn; SO_4^{2-} dư

$$\Rightarrow n_{BaSO_4} = t \text{ (mol)}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{\text{ddB}} + m_{\text{mùi cacbonat}} = m_{\text{ddD}} + m_{CO_2} + m_{BaSO_4}$$

$$\Rightarrow 44z + 277t = 45,3 \quad (II)$$

$$\text{Ta lại có: } 96z + 197t = 58,1 \quad (III)$$

Giải hệ (II), (III) $\Rightarrow z = 0,4; t = 0,1$

$$\%m_{(NH_4)_2CO_3} = \frac{0,4 \cdot 96 \cdot 100}{58,1} = 66,1\%$$

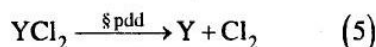
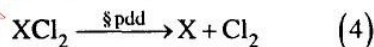
$$\Rightarrow \%m_{BaCO_3} = 100 - 66,1 = 33,9\%$$

b) Ta có: $n_{H^+(1,2,3)} = 2(x + y) + 2z + 2t = 2(x + y) + 1 = n_{H^+(\text{bd})} = 3,5 \text{ (mol)}$

$$\Rightarrow x + y = 1,25 \text{ (mol)}$$

Dung dịch D₁ sau trung hòa: x mol X^{2+} , y mol Y^{2+} ; NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-}

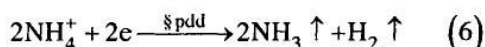
Giả sử cả 2 ion X^{2+} , Y^{2+} bị khử:



$$\Rightarrow n_{Cl_2(4,5)} = x + y = 1,25 \text{ (mol)} > n_{Cl_2(\text{gt})} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ (mol)}$$

$\Rightarrow$ Chỉ có 1 loại ion bị điện phân trong dung dịch. Giả sử đó là X^{2+} .

Khí xuất hiện bọt khí ở catot thì dừng lại nghĩa là khi NH_4^+ bắt đầu bị điện phân



$$(4) \Rightarrow n_{\text{XCl}_2} = n_{\text{Cl}_2} = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow m_X = 0,25X = 16\text{g} \Rightarrow M_X = 64 (\text{g/mol})$$

$\Rightarrow X = 64 \Rightarrow X$ là Cu $\Rightarrow \text{XO}$: CuO: Đồng (II) oxit.

$$\%m_{\text{CuO}} = \frac{0,25 \cdot 80 \cdot 100}{60} = 33,33\%$$

(1) $\Rightarrow Y = 24 \Rightarrow Y$: Mg $\Rightarrow \text{YO}$: MgO.

$$\%m_{\text{MgO}} = 100 - 33,33 = 66,67\%$$

24. Hoà tan hết 11,85 gam muối sunfit của kim loại kiềm vào 90 gam dung dịch axit HNO_3 thu được 94,95 gam dung dịch X và thoát ra duy nhất một khí A là oxit của nitơ (trong đó nitơ có số oxi hoá chẵn).

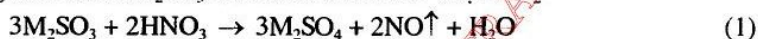
1- Viết phương trình phản ứng và tìm công thức muối sunfit.

2- Cho 58,575 gam H_2O , tiếp theo cho từ từ 35,46 gam bột BaCO_3 vào dung dịch X. Khi phản ứng xong đem lọc được 23,385 gam chất rắn khan và dung dịch Y chứa 2 cation kim loại.

Tính nồng độ % dung dịch HNO_3 ban đầu và các chất trong dung dịch Y.

Phân tích và hướng dẫn giải

1/ Công thức muối M_2SO_3 . Khí A có thể là NO hoặc NO_2



$$m_A = 11,85 + 90 - 94,95 = 6,9 \text{ gam.}$$

$$(+)\text{ Nếu A là NO thì } n_{\text{NO}} = \frac{6,9}{30} = 0,23 \Rightarrow n_{\text{M}_2\text{SO}_3} = 0,23 \cdot 3 / 2 = 0,345$$

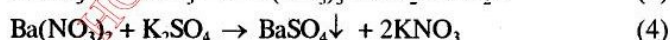
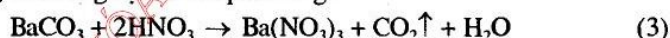
$$\Rightarrow 0,345 \cdot (2M + 80) = 11,85 \Rightarrow M < 0 \text{ (Loại).}$$

$$(+)\text{ Nếu A là NO}_2 \text{ thì } n(\text{NO}_2) = 6,9/46 = 0,15 \text{ mol} \Rightarrow n(\text{M}_2\text{SO}_3) = 0,075 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \text{Khối lượng là } \text{M}_2\text{SO}_3 = 0,075 \cdot (2M + 80) = 11,85 \Rightarrow M = 39 \text{ (kali).}$$

Muối sunfit là K_2SO_3 .

2/ Thêm BaCO_3 vào dung dịch X có phản ứng:



$$n_{\text{BaCO}_3} \text{ ban đầu} = 35,46/197 = 0,18 \text{ mol;}$$

$$n_{\text{BaSO}_4} = n_{\text{K}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} n_{\text{NO}_2} = 0,075 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{\text{BaSO}_4\downarrow} = 0,075 \cdot 233 = 17,475\text{g}$$

$$\Rightarrow m_{\text{BaCO}_3\downarrow} \text{ còn dư} = 23,385 - 17,475 = 5,91 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow n_{\text{BaCO}_3} \text{ dư} = \frac{5,91}{197} = 0,03 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy } n_{\text{BaCO}_3} \text{ phản ứng ở (3)} = 0,18 - 0,03 = 0,15 \text{ mol}$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

- (+) HNO_3 phản ứng ở (3) = $0,15 \cdot 2 = 0,3 \text{ mol}$
 $\Rightarrow$ Tổng số mol $\text{HNO}_3 = 0,3 + 0,15 = 0,45 \text{ mol}$

$$m_{\text{HNO}_3} = 0,45 \cdot 63 = 18,35(\text{g}) \Rightarrow C\% \text{HNO}_3 = \frac{28,35 \cdot 100\%}{90} = 31,5\%$$

* Tính C% các chất trong dung dịch Y :

- Trong dung dịch Y có các chất tan là $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ và KNO_3 :

$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,15 - 0,075 = 0,075 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,075 \cdot 261 = 19,575 \text{ gam.}$$

$$n\text{KNO}_3 = 0,15 \Rightarrow m\text{KNO}_3 = 0,15 \cdot 101 = 15,15 \text{ gam.}$$

- Tính khối lượng dung dịch Y : Theo định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_{\text{ddX}} + m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{BaCO}_3} = m_{\text{ddY}} + m_{\downarrow} + m_{\text{CO}_2}$$

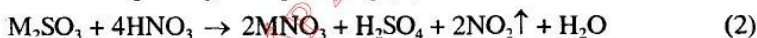
$$\Rightarrow 94,95 + 58,575 + 35,46 = m(\text{ddY}) + 23,385 + 0,15 \cdot 44$$

$$\Rightarrow m(\text{ddY}) = 159\text{g.}$$

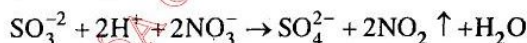
$$C\%\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \frac{19,575 \cdot 100\%}{159} = 12,3\%$$

$$C\%\text{KNO}_3 = \frac{15,15 \cdot 100\%}{159} = 9,52\%$$

Lưu ý: Có thể viết phương trình phản ứng (2) như sau :



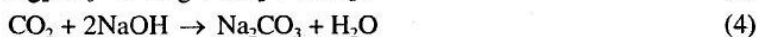
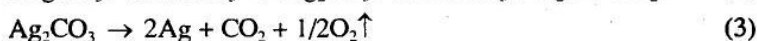
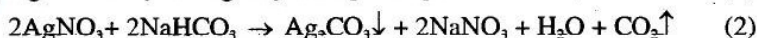
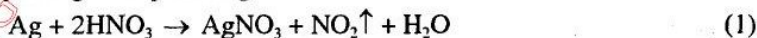
thực chất của phản ứng vẫn là:



25. Hoà tan 0,6472 gam một kim loại bằng dung dịch axit HNO_3 tạo ra 1,0192 gam muối khan. Thêm dung dịch NaHCO_3 vào dung dịch sau phản ứng thấy xuất hiện 0,8274 gam kết tủa. Sau khi làm khô, nung kết tủa thì thu được 100,8 ml khí. Thể tích khí này giảm xuống còn 33,6 ml khi cho qua dung dịch NaOH . Khí còn lại duy trì tốt sự cháy (các thể tích khí đều đo ở đktc). Hãy viết các phương trình phản ứng đã xảy ra và kiểm chứng lại bằng tính toán.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:



Kiểm chứng lại bằng tính toán:

– Khối lượng gốc NO_3^- : $1,092 - 0,6472 = 0,372 \text{ gam}$

– Số mol $\text{NO}_3^- = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ với công thức $\text{M}(\text{NO}_3)_n$

+ Với $n = 1$: $M_{KL} = \frac{0,6472}{6.10^{-3}} = 108$. Vậy kim loại là Ag.

+ Với $n = 2$: không thỏa mãn.

Khí còn lại là O_2 : $V(O_2) = 33,6$ ml

$\Rightarrow V(CO_2(3)) = 100,8 - 33,6 = 67,2$ ml

Ta thấy: $VO_2 = 1/2 \cdot V(CO_2)$ thỏa mãn (PTHH 3).

26. Một vài tính chất của một hợp chất vô cơ chưa biết A được liệt kê dưới đây:

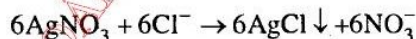
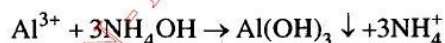
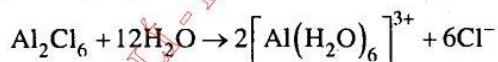
- A là một chất rắn màu trắng hơi vàng, dễ chảy rữa và thăng hoa khi đun nóng. A có khối lượng phân tử là 266.
- A phản ứng mãnh liệt với nước để cho dung dịch B.
- Khi một dung dịch hỗn hợp gồm NH_4OH và NH_4Cl được thêm vào dung dịch B thì nhận được kết tủa keo màu trắng.
- Một mẫu dung dịch B phản ứng với dung dịch hỗn hợp nitric axit và bạc nitrat cho kết tủa vón cục màu trắng C. Kết tủa trắng này nhanh chóng tan đi khi thêm vào dung dịch NH_4OH mặc dù khi ta cho dư NH_4OH thì lại xuất hiện kết tủa trắng D.
- Kết tủa D được lọc và hoà tan trong $NaOH$ thì thu được dung dịch trong suốt E.
- Khi cho khí CO_2 lội qua dung dịch E thì lại sinh ra kết tủa D.
- Chất A hoà tan không điện ly trong ete không lẫn nước. Khi dung dịch này phản ứng với LiH thì sẽ tạo thành sản phẩm F. Nếu dùng dư LiH thì F sẽ chuyển thành G.

1. Xác định chất A.

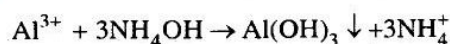
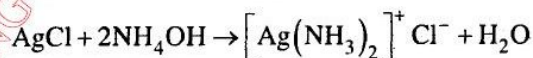
2. Xác định các chất từ B đến G và viết tất cả các phương trình phản ứng xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Trong bước thứ ba của phép phân tích ta thu được kết tủa trắng keo, điều này chứng tỏ rằng dung dịch B có chứa Al^{3+} và dung dịch B cũng tạo kết tủa trắng với $AgNO_3$, kết tủa này tan đi khi ta thêm NH_4OH vào. Chứng tỏ rằng dung dịch B có chứa Cl^- . Vậy chất A sẽ là Al_2Cl_6 ($M_A = 266$).
2. Các phản ứng xảy ra:

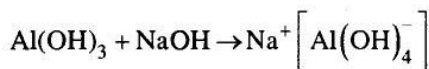


(C)

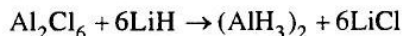
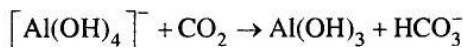


(D)

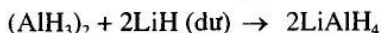
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



(E)



(F)



(G)

27. Hòa tan hoàn toàn 2,36 gam hỗn hợp M gồm 2 kim loại X và Y trong dung dịch chứa đồng thời hai axit HNO_3 và H_2SO_4 đậm đặc, đun nóng. Sau khi phản ứng kết thúc, thu được 0,896 lít (đktc) hỗn hợp khí Z chỉ gồm T và NO_2 , dung dịch G có chứa ion X^{2+} , Y^+ . Biết tỉ khối của Z so với metan là 3,15625. Tính khối lượng muối khan thu được sau khi cô cạn cẩn thận dung dịch G (Giả thiết không xảy ra quá trình nhiệt phân các muối trong dung dịch G)

Phân tích và hướng dẫn giải

Tính khối lượng muối khan.

* Xác định số mol các chất khí

$$\text{Số mol Z} = 0,896 : 22,4 = 0,04 (\text{mol}); \bar{M}_Z = 3,15625 \cdot 16 = 50,5$$

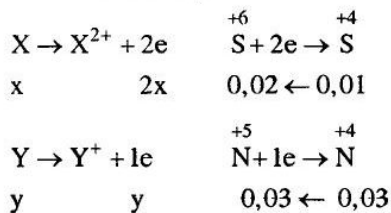
$$M_{\text{NO}_2} = 46 < 50,5 < M_{\text{T}} \Rightarrow \text{T là SO}_2 (M = 64)$$

Gọi a là số mol SO_2 , b là số mol NO_2

$$\text{Ta có hệ: } \begin{cases} 64a + 46b = 50,5 \cdot 0,04 = 2,02 \\ a + b = 0,04 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,01 \\ b = 0,03 \end{cases}$$

$$\sum m_{\text{muối khan}} = \sum m_M + \sum m\text{NO}_3^- + \sum m\text{SO}_4^{2-}$$

Xác định khoảng giá trị khối lượng muối:



Theo định luật bảo toàn electron: $2x + y = 0,05$

Khối lượng hỗn hợp: $xX + yY = 2,36$

* Giả sử chỉ tạo NO_2 thì:

$$\text{Khối lượng 2 muối nitrat} = x(X + 124) + y(Y + 62) = 2,36 + 62 \cdot 0,05 = 5,46\text{g}$$

* Giả sử chỉ tạo SO_2 thì:

$$\text{KL 2 muối sunfat} = x(X + 96) + y / 2(2Y + 96) = 2,36 + 48,0,05 = 4,76\text{g}$$

Vậy: 4,76 gam < khối lượng 4 muối < 5,46 gam.

28. Muối X nguyên chất, màu trắng, tan trong nước. Dung dịch X không phản ứng với dung dịch H_3PO_4 mà phản ứng được với dung dịch HCl cho kết tủa trắng, kết tủa này lại tan trong dung dịch NH_3 . Khi axit hóa dung dịch tạo thành bằng dung dịch HNO_3 lại có kết tủa trắng trở lại. Cho Cu vào dung dịch X, thêm dung dịch H_2SO_4 và đun nóng thì có khí không màu, hóa nâu trong không khí thoát ra, đồng thời có kết tủa đen xuất hiện.

– Biện luận để xác định công thức của X.

– Viết các phương trình hóa học biểu diễn các phản ứng xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra:

– X không phản ứng với H_3PO_4

– $\text{X} + \text{HCl} \rightarrow$ kết tủa trắng, vậy trong X có thể có Ag^+ , Hg^+ ...

Kết tủa trắng tan trong dung dịch NH_3 sau đó lại kết tủa trở lại khi axit hóa.

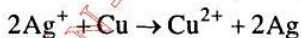
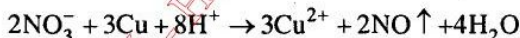
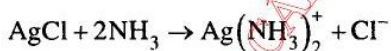
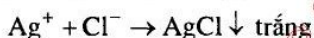
Vậy kết tủa đó là AgCl

$\rightarrow$ Dung dịch X có chứa Ag^+ .

Cho Cu vào đun nóng trong dung dịch axit có khí không màu, hóa nâu $\rightarrow$ trong X có chứa NO_3^- và kết tủa đen sau cùng là Ag .

Vậy X là AgNO_3 .

Các phương trình phản ứng:



29. X và Y là hai nguyên tố có hợp chất khí với hiđro là XH_3 , YH_3 . Trong đó, khối lượng phân tử chất này gấp đôi khối lượng phân tử chất kia. Mặt khác, oxit cao nhất của hai nguyên tố X, Y là X_2O_6 , Y_2O_6 và có khối lượng phân tử hơn kém nhau 34 đvC. Biết khối lượng nguyên tử X nhỏ hơn khối lượng nguyên tử của Y.

a) Hai nguyên tố X, Y là kim loại hay phi kim?

b) Xác định tên hai nguyên tố X, Y? Mô tả liên kết hoá học trong hợp chất hai oxit cao nhất của X, Y.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Củ Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có: b là hóa trị cao nhất của X, Y trong oxit cao nhất.

$\Rightarrow a = 8 - b$ là hóa trị của X, Y trong hợp chất khí với hidro.

– Phân tử khối của YH_{8-b} gấp đôi phân tử khối của XH_{8-b}

$$2M_X - M_Y = b - 8 \quad (1)$$

– Khối lượng phân tử X_2O_b kém hơn khối lượng phân tử Y_2O_b là 34 đvC.

$$M_X + M_Y = 17 \quad (2)$$

Cộng (1), (2) $\Rightarrow M_X = 9 + b$

Do X, Y tạo hợp chất khí với hidro nên $4 \leq b \leq 7$

b	4	5	6	7
M_X	13	14	15	16

Vậy nghiệm hợp lý là $b = 5$, $M_X = 14$ (N)

$\Rightarrow a = 3$, $M_Y = 31$ (P)

Vậy X, Y là 2 nguyên tố phi kim (tạo được hợp chất khí với hidro).

X là nitơ (N), Y là photpho (P).

Mô tả liên kết: N_2O_5 và P_2O_5



30. Dung dịch (Y) chứa các ion: Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , HSO_3^- . Cô cạn dung dịch (Y) thu được hỗn hợp chất rắn (A). Nung (A) đến khối lượng không đổi thu được chất rắn (B). Xác định thành phần các chất có trong (Y), (A), (B).

Phân tích và hướng dẫn giải

(Y) gồm: MgCl_2 , CaCl_2 , NaCl , $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, NaHSO_3 .

(A) gồm: MgCl_2 , CaCl_2 , NaCl , MgSO_3 , CaSO_3 , Na_2SO_3

(B) gồm: MgCl_2 , CaCl_2 , NaCl , MgO , CaO , Na_2SO_3

31. X, Y là hai phi kim loại ở chu kỳ 3, hợp chất của X và Y với H_2 là A và B. Hoà tan riêng rẽ A và B vào HNO_3 đặc ta được các axit tương ứng, đồng thời đều có khí C thoát ra.

a) Tìm công thức A, B. Biết $dC/\text{H}_2 = 15$ và $M_A = M_B$.

b) Viết các phương trình phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

Hai hợp chất A, B là XH_a và YH_b .

Do $M_A = M_B \Rightarrow X + a = Y + b \Rightarrow X - Y = b - a$.

- a) Do $1 \leq a, b \leq 4$ nên suy ra $X - Y = b - a$ chỉ có thể bằng 1, 2 hoặc 3. X, Y lại thuộc chu kỳ 3, nên:

- Nếu $X - Y = 1$ thì X là lưu huỳnh, Y là photpho.
- Nếu $X - Y = 2$ không có nghiệm.

- Nếu $X - Y = 3$ thì X là photpho, Y là silic. Nhưng do SiH_4 không phản ứng với HNO_3 nên ta loại nghiệm này.
 - Kết luận: 2 nguyên tố là P và S, hai hợp chất là PH_3 và H_2S .
- b) PTPƯ: Khí C thoát ra có $M = 30$, suy ra khí C là NO.



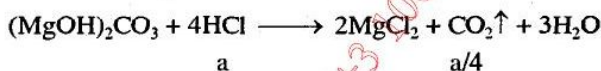
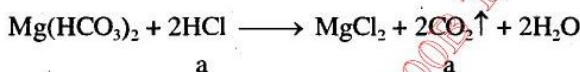
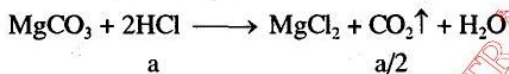
32. Có 3 muối A, B, C của cùng một kim loại magie và tạo từ cùng một axit. Cho A, B, C tác dụng với những lượng như nhau của axit HCl thì có cùng một khí thoát ra với tỉ lệ mol tương ứng là 2 : 4 : 1. Xác định A, B, C và viết phương trình phản ứng xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ba muối của cùng một kim loại và cùng một axit, khi thực hiện phản ứng với axit HCl cho cùng một khí $\Rightarrow$ Là muối trung hoà, axit, bazơ của Mg với một axit yếu dễ bay hơi như CO_3^{2-} ; SO_3^{2-}

Vậy muối đó có thể là: MgCO_3 ; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$; $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$

Các phương trình phản ứng:



33. Kim loại A phản ứng với phi kim B tạo hợp chất C màu vàng cam. Cho 0,1 mol hợp chất C phản ứng với CO_2 (đủ) tạo thành hợp chất D và 2,4 (g) B. Hoà tan hoàn toàn D vào nước, được dung dịch D. Dung dịch D phản ứng hết 100 ml dung dịch HCl 1M giải phóng 1,12 lít khí CO_2 (đktc).

1) Xác định A, B, C, D

2) Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Biết hợp chất C chứa 45,07% B theo khối lượng; hợp chất D không bị phân tích khi nóng chảy.

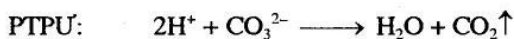
Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: $n_{\text{HCl}} = 0,1$ (mol); $n_{\text{CO}_2} = 0,05$ (mol).

Dung dịch D phản ứng hết 0,1 mol HCl giải phóng khí $\text{CO}_2 \rightarrow \frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{0,1}{0,05} = \frac{2}{1}$,

suy ra hợp chất D là muối cacbonat kim loại, hợp chất D không bị phân tích khi nóng chảy. Vậy D là cacbonat kim loại kiềm.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



$\Rightarrow$ C là peoxit hay supeoxit, B là oxi.

Đặt công thức hoá học của C là A_xO_y .

Lượng oxi trong 0,1 mol C (A_xO_y) là $16 \cdot 0,05 + 2,4 = 3,2$ (g);

Khối lượng hợp chất C: $m_C = \frac{3,2 \cdot 100}{45,07} = 7,1$ gam

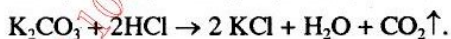
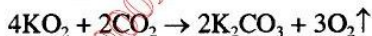
Phân tử khối của C: $M_C = 7,1 : 0,1 = 71$ (g/mol)

Khối lượng của A trong C: m_A trong C = $7,1 - 3,2 = 3,9$ (g)

Ta có: $x:y = \frac{3,9}{M_A} : \frac{3,2}{16} \rightarrow M_A = 39$ (g/mol).

Vậy A là K; B là O_2 ; C là KO_2 ; D là K_2CO_3 .

Các phương trình phản ứng: $K + O_2 \rightarrow KO_2$



34. Cho 0,1 mol mỗi axit H_3PO_2 và H_3PO_3 tác dụng với dung dịch KOH dư thì thu được hai muối có khối lượng lần lượt là 10,408g và 15,816g.

1. Xác định công thức cấu tạo và gọi tên hai phân tử axit trên.

2. Hãy cho biết kiểu lai hoá của nguyên tử phot pho (P) và cấu trúc hình học của hai phân tử axit trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Từ 0,1 mol H_3PO_2 phản ứng với KOH tạo ra 0,1 mol muối

$\Rightarrow M_{\text{muối}} = 10,408/0,1 \text{ mol} = 104,08 \text{ g/mol}$.

$K_xH_{3-x}PO_2$ có $M = 39,09 \cdot 1,008(3-x) + 30,97 + 32 = 104,08$

$M = 38,08 + 65,994 = 104,08 \Rightarrow x = 1$.

Công thức của muối là KH_2PO_2

$\rightarrow$ phân tử axit có 1 nguyên tử H có tính axit.

Từ 0,1 mol $H_3PO_3 \rightarrow 0,1$ mol muối $K_yH_{3-y}PO_3$

$\Rightarrow$ Khối lượng muối = 15,86g

$\Rightarrow M_{\text{muối}} = 158,16 \text{ g/mol}$

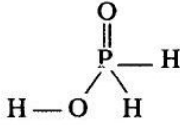
$39,09y + 1,008(3-y) + 30,97 + 48 = 158,16$

$38,08y + 81,994 = 158,16$

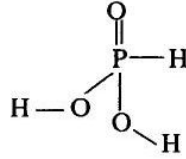
$\Rightarrow 38,08 y = 76,166 \Rightarrow y = 2$.

Công thức của muối $K_2HPO_3 \rightarrow$ phân tử axit có 2 nguyên tử H axit.

Các nguyên tử H axit phải liên kết với O để bị phân cực mạnh nên hai axit có công thức cấu tạo:



Axit hypophosphorơ



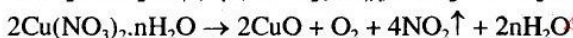
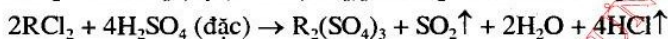
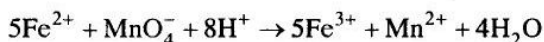
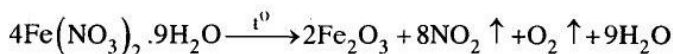
Axit photphorơ

2. Trong 2 phân tử nguyên tử P đều có lai hoá sp^3 . Cả hai đều có cấu tạo tứ diện, nguyên tử P ở tâm tứ diện không đều.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

Chuyên đề 16. XÁC ĐỊNH MUỐI NGẬM NƯỚC

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Hoà tan hoàn toàn 36,3 gam $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ vào 144 gam nước thu được dung dịch X. Làm lạnh cẩn thận dung dịch X thấy tách ra 11,04 gam tinh thể Y và dung dịch còn lại có nồng độ 17,16%. Xác định công thức hoá học của tinh thể Y.

Phân tích và hướng dẫn giải

Khối lượng phần dung dịch còn lại:

$$m_{\text{dd}(\text{sau})} = (36,3 + 144) - 11,04 = 169,26 (\text{g})$$

Khối lượng $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ trong phần dung dịch đó:

$$m_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{dd})} = \frac{169,26 \cdot 17,16}{100} = 29,05 (\text{g})$$

$$\Rightarrow m_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{Y})} = 36,3 - 29,05 = 7,25 (\text{g})$$

$$\Rightarrow n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{Y})} = 7,25 / 242 = 0,03 (\text{mol})$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}(\text{Y})} = 11,04 - 7,25 = 3,79 (\text{g})$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}(\text{Y})} = 3,79 / 18 = 0,21 (\text{mol})$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} : n_{\text{H}_2\text{O}} = 1 : 7.$$

Vậy tinh thể Y là $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

2. Hòa tan 25,2 gam một kim loại M vào dung dịch HCl dư thu được 6,72 lít khí H_2 (đktc).

a) Tìm kim loại M.

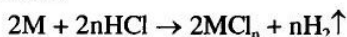
b) Hòa tan 25,2 gam kim loại M vào dung dịch H_2SO_4 10% (loãng), vừa đủ. Sau

khí kết thúc phản ứng thu được dung dịch A. Làm lạnh dung dịch A thu được 55,6 (gam) muối sunfat kết tinh ngậm nước của kim loại M tách ra và còn lại dung dịch muối sunfat bão hòa có nồng độ 9,275%.

Tìm công thức của muối sunfat ngậm nước của kim loại M.

Phân tích và hướng dẫn giải

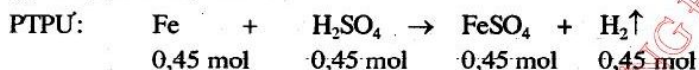
- a) $n_{H_2} = 0,3 \text{ mol}$. Gọi khối lượng mol nguyên tử và hóa trị của kim loại M lần lượt là M và n.



$$0,6/n \qquad \qquad \qquad 0,3 \text{ mol}$$

$$0,6/n \cdot M = 16,8 \rightarrow M = 28n \rightarrow n = 2, M = 56 \text{ là Fe.}$$

- b) $n_{Fe} = 25,2/56 = 0,45 \text{ mol}$



$$m_{\text{ddH}_2\text{SO}_4 10\%} = (0,45 \cdot 98 \cdot 100\%) / 10\% = 441 \text{ (gam)}$$

$$m_{\text{ddA}} = m_{Fe} + m_{\text{ddH}_2\text{SO}_4 10\%} - m_{H_2} = 25,2 + 441 - 0,45 \cdot 2 = 465,3 \text{ (gam)}$$

– Khi làm lạnh dung dịch A, tách ra 55,6 gam muối $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Vậy dung dịch muối bão hòa còn lại có khối lượng là:

$$m_{\text{dd còn lại}} = 465,3 - 55,6 = 409,7 \text{ (gam)}$$

$$\text{Theo bài ra: } \%C_{\text{FeSO}_4} = \frac{m_{\text{FeSO}_4}}{409,7} \cdot 100\% = 9,275\%$$

$$\Rightarrow m_{\text{FeSO}_4} = 38 \text{ (gam)} \rightarrow n_{\text{FeSO}_4} = 0,25 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = 0,45 - 0,25 = 0,2 \text{ mol} \rightarrow (152 + 18x) \cdot 0,2 = 55,6$$

$$\Rightarrow x = 7 \rightarrow \text{Công thức phân tử của muối } \text{FeSO}_4 \text{ ngậm nước là: } \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O.}$$

3. Phen là muối sunfat kép của một cation hóa trị một (như K^+ hay NH_4^+) và một cation hóa trị ba (như Al^{3+} , Fe^{3+} hay Cr^{3+}). Phen sắt amoni có công thức $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Hòa tan 1,00 gam mẫu phen sắt vào $100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$, rồi chia dung dịch thu được thành hai phần bằng nhau. Thêm dung dịch NaOH dư vào phần một và đun sôi dung dịch. Lượng NH_3 thoát ra phản ứng vừa đủ với $10,37 \text{ cm}^3$ dung dịch HCl 0,100M. Dùng kẽm kim loại khử hết Fe^{3+} ở phần hai thành Fe^{2+} . Để oxy hóa ion Fe^{2+} thành ion Fe^{3+} trở lại, cần $20,74 \text{ cm}^3$ dung dịch KMnO_4 0,0100M trong môi trường axit.

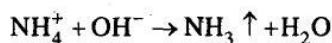
- a) Viết các phương trình phản ứng dạng ion thu gọn và xác định các giá trị a, b, n.
b) Tại sao các phen khi tan trong nước đều tạo môi trường axit?

Phân tích và hướng dẫn giải

- a) Đặt số mol của phen sắt $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ trong mỗi phần là x mol.

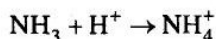
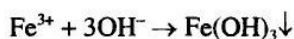
Phương trình phản ứng phần một:

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn



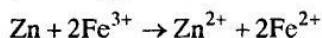
ax

l ax

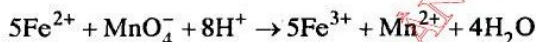


ax ax

Phương trình phản ứng phân hai:



x 0 x



x x/5

Ta có: $\text{ax} = 0,01037 \cdot 0,100 = 1,037 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$\text{x} = 5 \cdot 0,02074 \cdot 0,010 = 1,037 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$\Rightarrow \text{a} = 1$

Công thức của phèn được viết lại là $\text{NH}_4^+\text{Fe}^{3+}(\text{SO}_4^{2-})_b \cdot n\text{H}_2\text{O}$

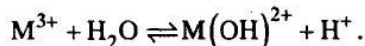
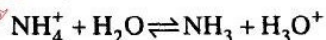
$\Rightarrow \text{b} = 2$ (bảo toàn điện tích)

Từ $M = 18 + 56 + 96.2 + 18n = \frac{0,5\text{gam}}{1,037 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$

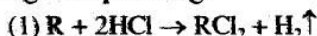
$\Rightarrow \text{n} = 12$

Công thức của phèn sắt – amoni là $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

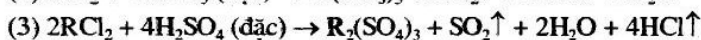
- b) Phèn tan trong nước tạo môi trường axit vì các ion NH_4^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} và Cr^{3+} đều những ion axit (các ion K^+ có tính trung tính, còn SO_4^{2-} có tính bazơ rất yếu).



4. Hòa tan 10,40 gam một kim loại R trong dung dịch HCl vừa đủ, thu được dung dịch X có chứa RCl_2 và V_1 lít khí H_2 . Chia dung dịch X làm 2 phần bằng nhau, phần I cho tác dụng với một lượng vừa đủ dung dịch HNO_3 đậm đặc, nóng thu được V_2 lít khí NO_2 và dung dịch Z (ion clorua không bị oxi hóa), phần II cho tác dụng với một lượng vừa đủ dung dịch H_2SO_4 đậm đặc nóng thu được V_3 lít khí SO_2 và dung dịch T. Cô cạn dung dịch Z ở nhiệt độ thích hợp thu được 40,00 gam muối A duy nhất, cô cạn dung dịch T ở nhiệt độ thích hợp thu được 25,00 gam muối B duy nhất. Biết $M_A < 420$; $M_B < 520$. Xác định R, A, B và tính V_1 , V_2 , V_3 . Biết thể tích các khí đều đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

Phân tích và hướng dẫn giải**Phương trình phản ứng:**

Phản ứng giữa dung dịch RCl_2 và HNO_3 đậm đặc sinh khí NO_2 , với dung dịch H_2SO_4 sinh khí SO_2 , điều này chứng tỏ R^{2+} có tính khử và bị HNO_3 , H_2SO_4 đậm đặc oxi hóa thành R^{3+} :

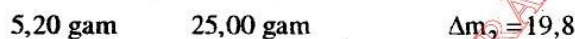
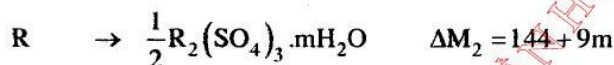
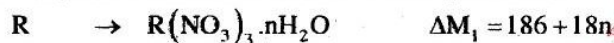


Gọi 2a là số mol R ứng với 10,40 gam R $\Rightarrow$ a là số mol R ứng với 5,20 gam R.

Khi cô cạn dung dịch Z, T ta có thể thu được muối khan hoặc muối ngậm nước.

Gọi $R(NO_3)_3 \cdot nH_2O$ là a mol, số mol $NO_2 = a$ mol

Số mol $R_2(SO_4)_3 \cdot mH_2O$ là a/2 mol, số mol $SO_2 = a/2$ mol



$$\text{Suy ra: } a = \frac{34,80}{186 + 18n} = \frac{19,8}{144 + 9m} \Rightarrow 178,20n - 156,6m = 664,2$$

$$\text{Mà } M_A < 400 \Rightarrow n < 11,9; \quad M_B < 520 \Rightarrow m < 11,8$$

Biện luận theo n hoặc m, ta có 2 nghiệm phù hợp là $n = 9, m = 6$.

$$\Rightarrow a = 0,1 \text{ và } M_R = 52.$$

Vậy R chính là Cr.

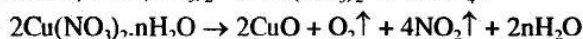
Công thức muối A là $Cr(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$; B: $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$

$$\text{Vậy: } V_1 = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ lít}$$

$$V_2 = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ lít}$$

$$V_3 = 0,025 \cdot 22,4 = 0,56 \text{ lít.}$$

5. Hoà tan m gam tinh thể $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ vào nước, cho dung dịch tạo ra tác dụng vừa đủ với $Ba(NO_3)_2$. Lọc bỏ kết tủa, làm bay hơi dung dịch lọc, thu được những tinh thể muối A có khối lượng 4,84 gam. Nung A đến khi kết thúc phản ứng, thấy khối lượng giảm 3,24 gam. Lập công thức muối A, tính m.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$m_{CuO} = 4,84 - 3,24 = 1,6 \text{ gam}$$

$$\rightarrow n_{CuO} = n_{Cu(NO_3)_2} = 0,02 \text{ mol}$$

$$\rightarrow m_{Cu(NO_3)_2} = 0,02 \cdot 188 = 3,76 \text{ gam}$$

$$\rightarrow m_{H_2O} = 1,12 \text{ gam} \rightarrow n_{H_2O} = 0,06 \text{ mol}$$

$$\text{Tỉ lệ } n_{Cu(NO_3)_2} : n_{H_2O} = 1 : 3$$

$$\text{Công thức muối A là } Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O.$$

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ II – Cù Thanh Toàn

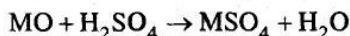
C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

6. Cho 10 gam oxit của kim loại M có hóa trị II tác dụng vừa đủ với dung dịch H_2SO_4 24,5% thu được dung dịch muối có nồng độ 33,33% (dung dịch A). Làm lạnh dung dịch A thấy có 15,625 gam chất rắn X tách ra, phần dung dịch bão hòa có nồng độ 22,54% (dung dịch B). Xác định kim loại M và công thức chất rắn X.

Phân tích và hướng dẫn giải

*** Xác định M:**

Đặt số mol oxit của kim loại M (MO) là x mol



mol x x x

Khối lượng dung dịch H_2SO_4 là: $\frac{98x \cdot 100}{24,5} = 400x$ (gam)

Theo bảo toàn khối lượng: $m_{\text{oxit}} + m_{\text{dd axit}} = m_{\text{ddA}}$

$$\rightarrow m_{\text{ddA}} = 10 + 400x \text{ (gam)}$$

Nồng độ % của dung dịch muối:

$$C\% = \frac{(M + 96)x}{(10 + 400x)} \cdot 100\% = 33,33\% \quad (1)$$

Theo bài ra, ta có: $(M + 16)x = 10 \quad (2)$

Giải hệ (1) và (2), ta có: $x = 0,125$ và $M = 64$ và kim loại cần tìm là Cu.

*** Xác định chất rắn X:**

- Gọi công thức của chất rắn X là: $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, số mol tương ứng là a.
- Khối lượng CuSO_4 trong dung dịch A là: $0,125 \cdot 160 = 20$ (gam)
- Khối lượng dung dịch A là: $m_{\text{ddA}} = 10 + 400 \cdot 0,125 = 60$ (gam)
- Khối lượng dung dịch B là: $m_{\text{ddB}} = m_{\text{ddA}} - m_X = 60 - 15,625 = 44,375$ (gam)
- Ta có: $C\%_{(\text{ddB})} = \frac{20 - 160a}{44,375} \cdot 100\% = 22,54\%$

$$\rightarrow a \approx 0,0625 \rightarrow 0,0625(160 + 18n) = 15,625 \rightarrow n = 5$$

Vậy công thức của X là: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

7. Nung 8,08 gam một muối A, thu được các sản phẩm khí và 1,6 gam một hợp chất ở thể rắn không tan trong nước. Toàn bộ sản phẩm khí được hấp thụ hết bởi 200 gam dung dịch NaOH nồng độ 1,2%, sau phản ứng thu được dung dịch chỉ chứa một muối B duy nhất có nồng độ 2,47%. Tìm công thức phân tử A, biết khi nung số oxi hóa của kim loại không đổi.

Phân tích và hướng dẫn giải

Nung 8,08 gam một muối A, thu được các sản phẩm khí và 1,6 gam một hợp chất rắn không tan trong nước $\Rightarrow$ Khối lượng sản phẩm khí là: $8,08 - 1,6 = 6,48$ (g)

Theo bài ra: $m_{\text{NaOH}} = 200 \cdot 1,2/100 = 2,4(\text{g}) \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,06 \text{ mol}$.

Khối lượng dung dịch sau khi hấp thụ khí:

$$m_{\text{dung dịch NaOH}} + m_{\text{khí}} = 200 + 6,48 = 206,48(\text{g})$$

$\Rightarrow$ Khối lượng muối B tạo thành $= 206,48 \cdot 2,47/100 = 5,1(\text{g})$

Số mol Na^+ trong muối = Số mol Na^+ trong $\text{NaOH} = 0,06 \text{ mol}$.

Gọi công thức muối là Na_aX , với X là gốc axit

$$\Rightarrow n_x = n_{\text{NaOH}}/a = 0,06/a$$

Mà: Khối lượng muối B tạo thành $= 5,1 = m_x + m_{\text{natri}}$

$$\Rightarrow m_x = 5,1 - 0,06 \cdot 23 = 3,72\text{g}$$

$$\Rightarrow m_x = 3,72 = X \cdot 0,06/a \Rightarrow X/a = 62$$

+ Nếu gốc axit X hóa trị 1 $\Rightarrow X = 62$ là NO_3^- (thỏa mãn) và $n_{\text{NO}_3^-} = 0,06 \text{ mol}$

+ Nếu gốc axit X hóa trị 2 $\Rightarrow X = 124$ (không có gốc axit thỏa mãn).

+ Nếu gốc axit hóa trị 3 $\Rightarrow X = 186$ (không có gốc axit thỏa mãn).

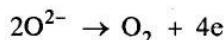
Vậy muối B là $\text{NaNO}_3 \Rightarrow$ A là muối nitrat $\text{M}(\text{NO}_3)_b$.

Khí sinh ra khi nhiệt phân A mà tác dụng NaOH tạo NaNO_3 là NO_2

Vì trong quá trình nhiệt phân số oxi hóa của kim loại không thay đổi nên:



$$0,06 \text{ mol} \leftarrow 0,06 \text{ mol}$$



$$x \rightarrow 4x \text{ mol}$$

$$\Rightarrow 4x = 0,06 \Rightarrow x = 0,015 \Rightarrow m_{\text{O}_2} = 0,015 \cdot 32 = 0,48(\text{g})$$

$\Rightarrow m_{\text{NO}_2} + m_{\text{O}_2} = 0,06 \cdot 46 + 0,48 = 3,24(\text{g}) < 6,48(\text{g})$ (Khối lượng sản phẩm khí sinh ra khi nhiệt phân A) $\Rightarrow$ Trong sản phẩm khí có hơi nước

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 6,48 - 3,24 = 3,24$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,18 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ CT của A phải là $\text{M}(\text{NO}_3)_b \cdot n\text{H}_2\text{O}$

$$\Rightarrow mM = mA - m_{\text{NO}_3^-} - m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,80 - 0,06 \cdot 62 - 3,24 = 1,12(\text{g})$$

Biện luận:

b	1	2	3	4
M	18,7	37,3	56	74,7
Kết luận	Loại	Loại	Fe	Loại

Vậy muối A là: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

$$n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = n_{\text{Fe}} = 1,12/56 = 0,02.$$

$$\text{Mà } n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,18 \text{ mol} \Rightarrow n = 0,18/0,02 = 9$$

$\Rightarrow$ Công thức A là: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học và cơ 11 – Cù Thanh Toàn

8. Xác định công thức tinh thể natri sunfat ngậm nước ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) tách ra, biết khi làm nguội 1026,4g dung dịch bão hòa ở 80°C xuống 10°C thấy có 395 gam tinh thể kết tinh. Biết độ tan của Na_2SO_4 khan ở 80°C là 28,3g và ở 10°C là 9,0g.

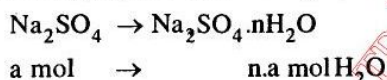
Phân tích và hướng dẫn giải

Ở 80°C , 100g nước hòa tan tối đa 28,3g Na_2SO_4 tạo ra 128,3g dung dịch
 Vậy trong 128,3g dung dịch có 28,3g Na_2SO_4 .

$$\begin{array}{rcl} 1026,4\text{g} & \dots & \text{xg} \\ \Rightarrow x = \frac{28,3 \cdot 1026,4}{128,3} & = & 226,4(\text{g}) \end{array}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1026,4 - 226,4 = 800(\text{g})$$

Gọi a là số mol Na_2SO_4 tách ra khỏi dung dịch



Khối lượng H_2O còn sau khi muối kết tinh là: $(800 - 18n.a)$ g

Ở 10°C , 100g H_2O hòa tan tối đa 9,0g Na_2SO_4

$$\begin{array}{rcl} (800 - 18n.a)\text{g} & \dots & \text{yg} \\ \Rightarrow y = \frac{9,0 \cdot (800 - 18n.a)}{100} \end{array}$$

Mặt khác lượng Na_2SO_4 cần hòa tan là: $(226,4 - 142a)$ g

$$\text{Ta có: } \frac{9,0 \cdot (800 - 18n.a)}{100} = 226,4 - 142a \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác ta có: } (142 + 18n) \cdot a = 395 \quad (2)$$

Giải hệ (1, 2): $a \approx 1,227$; $n = 10$.

Tinh thể hidrat kết tinh là $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

9. Có 166,5 gam dung dịch MSO_4 41,561% ở 100°C . Hạ nhiệt độ dung dịch xuống 20°C thì thấy có m_1 gam $\text{MSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ kết tinh và còn lại m_2 gam dung dịch X. Biết $m_1 - m_2 = 6,5$ và độ tan của MSO_4 ở 20°C là 20,92 gam trong 100 gam H_2O . Xác định công thức muối ngậm nước $\text{MSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (biết $n < 10$).

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\text{Theo bài ra ta có: } \begin{cases} m_1 + m_2 = 166,5 \\ m_1 - m_2 = 6,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1 = 86,5 \text{ gam} \\ m_2 = 80 \text{ gam} \end{cases}$$

Khối lượng MSO_4 có trong 166,5 gam dung dịch MSO_4 41,561% :

$$\frac{166,5 \cdot 41,561}{100} = 69,2 \text{ gam}$$

$$\text{Khối lượng } \text{MSO}_4 \text{ có trong 80 gam dung dịch X: } \frac{80 \cdot 20,92}{120,92} = 13,84 \text{ gam}$$

$\Rightarrow$ Khối lượng MSO_4 có trong 86,5 gam $\text{MSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} = 69,2 - 13,84 = 55,36$ gam

$\Rightarrow$ Khối lượng H_2O có trong 86,5 gam $\text{MSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} = 86,5 - 55,36 = 31,14$ gam

$\Rightarrow$ Số mol H_2O có trong 86,5 gam $\text{MSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} = \frac{31,14}{18} = 1,73$ mol

$\Rightarrow$ Số mol MSO_4 có trong 86,5 gam $\text{MSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O} = \frac{1,73}{n}$ (mol)

$\Rightarrow M + 96 = \frac{55,36}{1,73/n} = 32n \Rightarrow n = 5, M = 64(\text{Cu}) \Rightarrow$ muối là CuSO_4 .

Vậy muối ngậm nước là đồng sunfat pentahidrat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

10. Hoà tan hoàn toàn a gam kim loại M trong dung dịch HCl dư, thu được dung dịch A và 2,24 lít H_2 (đktc). Chia A thành 2 phần bằng nhau:

– Phần thứ nhất tác dụng hoàn toàn với KOH dư, thu được kết tủa B. Nung B trong không khí ở nhiệt độ cao tới khối lượng không đổi, thu được (b + 2,4) gam chất rắn C. Hoà tan C trong H_2SO_4 loãng dư được dung dịch D. Xử lí D ở điều kiện thích hợp thu được 28,1 gam một muối X duy nhất.

– Xử lí phần thứ hai chỉ thu được một muối Y duy nhất với khối lượng 19,9 gam.

Xác định công thức của muối X, Y, biết $a = 2b$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo bài ra: số mol $\text{H}_2 = 2,24/22,4 = 0,1$ (mol)

Gọi n, m là hai hoá trị của M trong muối clorua và sunfat, x là số mol của kim loại trong mỗi phần.



0,2n (mol) 0,1 (mol)

1 (mol)

tăng 8m (gam)

$\Rightarrow m/n = 3/2 \Rightarrow m = 3; n = 2$.

– Nếu công thức $\text{M}_2(\text{SO}_4)_3 = 28,1/0,05 = 562 \Rightarrow M = 137$.

$\text{MCl}_2 = 19,9/0,1 = 199 \Rightarrow M = 128$ (vô lí, loại).

– Vậy công thức có dạng $\text{M}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

$\text{MCl}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$

Ta có $\left\{ \begin{array}{l} 2M + 96 \times 3 + 18y = 562 \Rightarrow y = 2z + 1 \\ M + 71 + 18z = 199 \end{array} \right.$

Và $y < (562 - 96 \cdot 3)/18 < 15,22$;

$z < (199 - 71)/18 = 7,11$

Lập bảng chỉ có kết quả $y = 9; z = 4; M = 56$ (Fe).

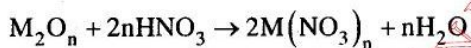
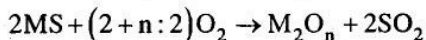
Vậy công thức của X là $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; Y là $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

11. Đốt cháy hoàn toàn 4,4g muối sunfua của kim loại M (công thức MS) trong oxy dư. Chất rắn sau phản ứng đem hòa tan trong 1 lượng vừa đủ dung dịch HNO_3 37,8% thấy nồng độ phần trăm của muối trong dung dịch thu được là 41,72%. Khi làm lạnh dung dịch này thì thoát ra 8,08g muối rắn. Lọc tách muối rắn thấy nồng độ phần trăm của muối trong dung dịch là 34,7%. Xác định công thức muối rắn.

Phân tích và hướng dẫn giải

Vì O_2 dư nên M có hóa trị cao nhất trong oxit.



Khối lượng dung dịch HNO_3

$$m = an \times 63 \times 100 : 37,8 = 500an : 3 \text{ (g)}$$

Khối lượng dung dịch sau phản ứng:

$$m = aM + 8an + 500an : 3 \text{ (g)}$$

$$\text{Ta có: } (aM + 62an) : (aM + 524an : 3) = 0,4172$$

$$\text{Nên } M = 18,65n$$

Chọn $n = 3$. Suy ra $M = 56$ (Fe).

$$\text{Ta có: } a(M + 32) = 4,4 \text{ Thay } M = 56, \text{ suy ra } a = 0,05$$

$$\text{Khối lượng } \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \text{ là: } m = 0,05 \times 242 = 12,1 \text{ (g)}$$

Khối lượng dung dịch sau khi muối kết tinh:

$$m_{\text{dd}} = aM + 524an : 3 - 8,08 = 20,92 \text{ (g)}$$

Khối lượng $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ còn lại trong dung dịch là:

$$m = 20,92 \times 34,7 : 100 = 7,25924 \text{ (g)}$$

Khối lượng $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ kết tinh:

$$m = 12,1 - 7,25924 = 4,84 \text{ (g)}$$

Đặt công thức $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

$$\text{Suy ra } 4,84 : 242 \times (242 + 18n) = 8,08. \text{ Suy ra } n = 9.$$

Công thức muối: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

12. Khi thêm 1 gam MgSO_4 khan vào 100 gam dung dịch MgSO_4 bão hòa ở 20°C đã làm cho 1,58 gam MgSO_4 kết tinh lại ở dạng khan. Hãy xác định công thức của tinh thể muối ngậm nước kết tinh. Biết độ tan của MgSO_4 ở 20°C là 35,1 gam trong 100 gam nước.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Khối lượng nước kết tinh: m (gam)

– Trong 100 gam dung dịch có: 74,02 g H_2O + 25,98 g MgSO_4

– Trong dung dịch sau khi muối kết tinh có: $(74,02 - m)$ g H_2O

$$(25,98 + 1 - 1,58) \text{ g } \text{MgSO}_4 = 25,4 \text{ g } \text{MgSO}_4$$

$$\Rightarrow 25,4 / (74,02 - m) = \frac{25,98}{74,02} = 0,351 \Rightarrow m = 1,6553$$

$$\Rightarrow n_{H_2O} / n_{MgSO_4} = (1,6553 / 18) / (1,58 / 120) = 7 / 1 \Rightarrow MgSO_4 \cdot 7H_2O.$$

13. Tinh thể muối nitrat ngậm nước của kim loại M có chứa 8,187% nitơ, 70,175% oxi về khối lượng. Xác định công thức của tinh thể và viết phương trình hóa học của phản ứng nhiệt phân hoàn toàn muối nitrat trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt công thức tinh thể muối đó là $M(NO_3)_n \cdot xH_2O$

Từ đề bài ta có:

$$14n / (M + 62n + 18x) = 0,08187$$

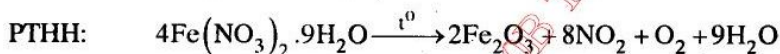
$$16(3n + x) / (M + 62n + 18x) = 0,70175$$

$$\Rightarrow x = 4,5 \text{ và } M = 28n.$$

Ta lập bảng:

n	1	2	3
x	4,5	9	13,5
M	Loại	56 (Fe)	Loại

Vậy muối nitrat đó là $Fe(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$



14. Hoà tan 26,64 gam chất X là tinh thể muối sunfat ngậm nước của kim loại M (hoá trị x) vào nước được dung dịch A.

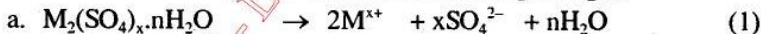
Cho dung dịch A tác dụng với dung dịch NH_3 vừa đủ được kết tủa B, nung nóng B ở nhiệt độ cao đến khi khối lượng không đổi còn lại 4,08 gam chất rắn. Cho dung dịch A tác dụng với dung dịch $BaCl_2$ vừa đủ được 27,84 gam kết tủa $BaSO_4$.

a) Tìm công thức phân tử của X.

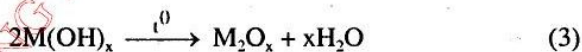
b) Tính thể tích dung dịch $NaOH$ 0,2M cần cho vào dung dịch A để được kết tủa cực đại, và để kết tủa không tạo thành.

c) Cho 250 ml dung dịch KOH phản ứng hết với dung dịch A được 2,34 gam kết tủa. Tính nồng độ mol của dung dịch KOH .

Phân tích và hướng dẫn giải



$$\frac{2.0,12}{x} \qquad \frac{2.0,12}{x}$$



$$\frac{2.0,12}{x} \qquad \frac{0,12}{x}$$



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

$$\text{Số mol BaSO}_4 = \frac{27,84}{233} = 0,119 \sim 0,12 \text{ mol}$$

$$\text{Từ (1), (3)} \Rightarrow \frac{0,12}{x} (2M + 16x) = 4,08$$

$$\Rightarrow M = 9x \Rightarrow M \text{ là Al, } x = 3 \Rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

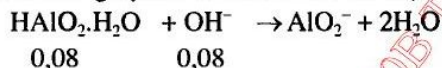
$$M_x = \frac{26,64}{0,04} = 666 \Rightarrow n = 18.$$

Vậy X là $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.



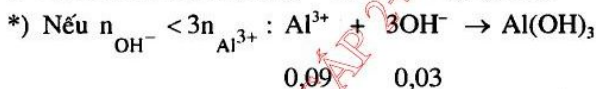
$$\text{Từ (1')} \Rightarrow \text{Thể tích dung dịch NaOH} = \frac{0,24}{0,2} = 1,2 \text{ lít.}$$

Thể tích dung dịch NaOH để có kết tủa cực tiểu:

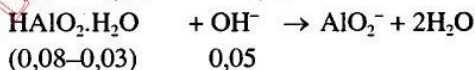
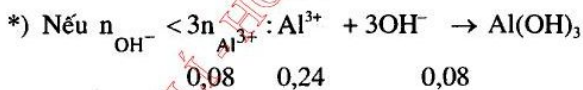


$$\text{Thể tích dung dịch NaOH: } \frac{0,24 + 0,08}{0,2} = 1,6 \text{ lít.}$$

c. Số mol kết tủa $\text{Al(OH)}_3 = 2,34/78 = 0,3 \text{ (mol)}$.



$$\text{Nồng độ mol KOH: } \frac{0,09}{0,25} = 0,36 \text{ M.}$$



$$\text{Nồng độ mol KOH: } \frac{0,24 + 0,05}{0,25} = 1,16 \text{ M.}$$

15. Khi phân tích nguyên tố các tính thể ngậm nước của một muối tan A của kim loại X, người ta thu được các số liệu sau:

Thành phần % khối lượng các nguyên tố C, O, S, N, H trong muối lần lượt là 0,00%; 57,38%; 14,38%; 0,00%; 3,62%.

Theo dõi sự thay đổi khối lượng của A khi nung nóng dần lên nhiệt độ cao, người ta thấy rằng, trước khi bị phân hủy hoàn toàn, A đã mất 32% khối lượng.

Trong dung dịch nước, A phản ứng được với hỗn hợp gồm PbO_2 và HNO_3 (nóng), với dung dịch BaCl_2 tạo thành kết tủa trắng không tan trong HCl .

Hãy xác định kim loại X, muối A và viết các phương trình phản ứng xảy ra. Biết X không thuộc họ Lantan và không phóng xạ.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có tỉ lệ $n_H : n_O : n_S = \frac{3,62}{1,008} : \frac{57,38}{16} : \frac{14,38}{32,06} = 3,59 : 3,59 : 0,448$

$\rightarrow n_H : n_O : n_S = 8 : 8 : 1$

Vậy công thức đơn giản nhất cho biết tương quan số nguyên tử của các nguyên tố H, O, S trong A là $(H_8O_8S)_n$.

% khối lượng X trong A bằng $100\% - (3,62 + 57,38 + 14,38)\% = 24,62\%$

Với $n = 1 \rightarrow M_X = \frac{24,62}{0,448} = 54,95 \text{ (g/mol)} \rightarrow X$ là mangan (Mn).

Với $n = 2 \rightarrow M_X = 109,9 \text{ (g/mol)} \rightarrow$ không có kim loại nào có nguyên tử khối như vậy.

Với $n \geq 3 \rightarrow M_X \geq 164,9 \text{ (g/mol)} \rightarrow X$ thuộc họ Lantan hoặc phóng xạ (loại).

Vậy công thức đơn giản nhất của A là MnH_8O_8S .

Mặt khác, X phản ứng với $BaCl_2$ tạo thành kết tủa không tan trong HCl, mà trong A có 1 nguyên tử S, do đó A là muối sunfat hoặc muối hidrosunfat: $MnH_8O_4SO_4$.

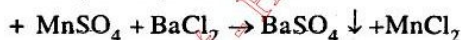
Khi đun nóng (A chưa bị phân hủy), 32% khối lượng A mất đi, trong đó $M_A = 223,074 \text{ (g/mol)}$

$\rightarrow 32\% \cdot M_A = 32\% \cdot 223,074 = 71,38 \text{ (g)} \approx 72 \text{ (g)}$, tương đương với 4 mol H_2O .

$\rightarrow \%H \text{ (trong 4 mol } H_2O) = \frac{1,008 \cdot 8}{223,074} \cdot 100 = 3,61\% \approx 3,62\%$

Vậy A là muối mangan (II) sunfat ngậm 4 phân tử nước: $MnSO_4 \cdot 4H_2O$

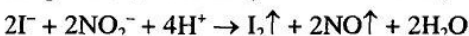
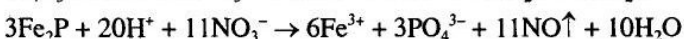
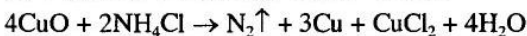
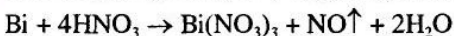
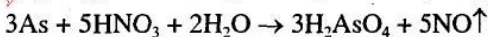
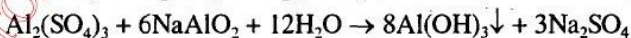
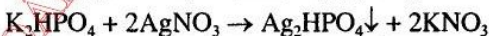
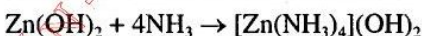
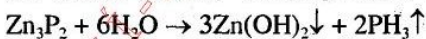
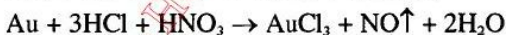
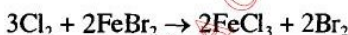
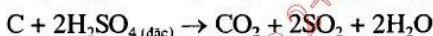
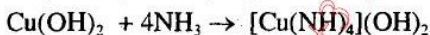
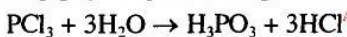
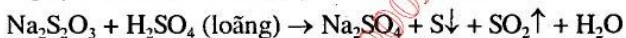
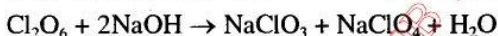
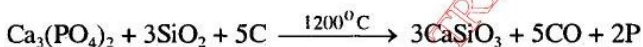
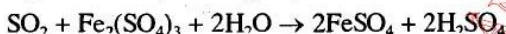
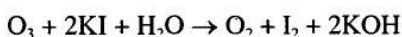
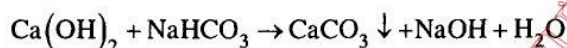
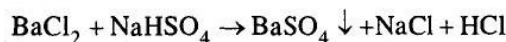
Phương trình phản ứng:

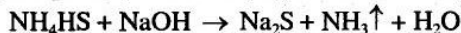
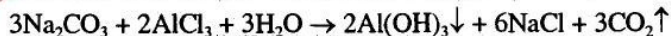
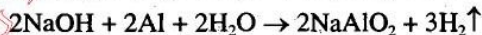
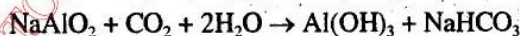
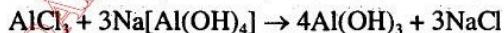
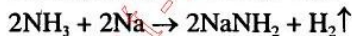
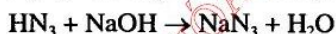
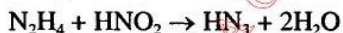
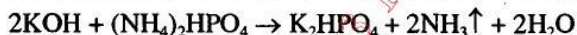
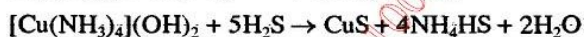
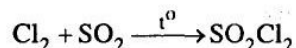
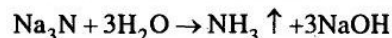
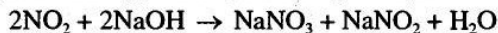
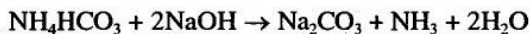
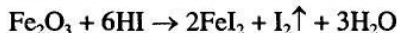
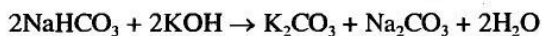
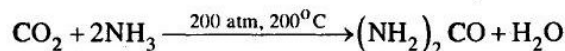
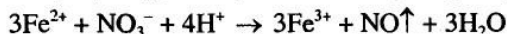
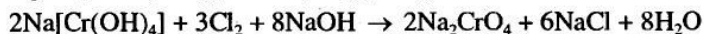
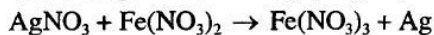
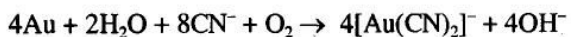


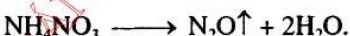
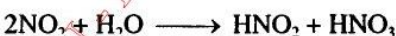
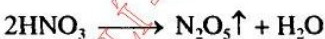
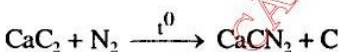
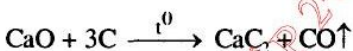
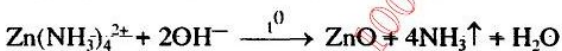
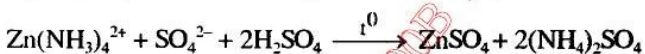
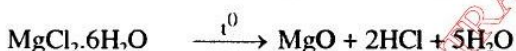
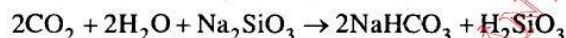
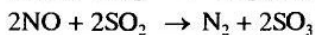
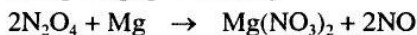
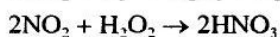
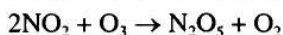
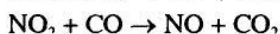
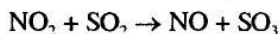
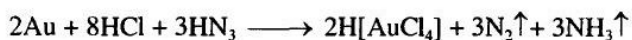
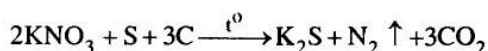
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

Chuyên đề 17. CHUỖI PHẢN ỨNG. VIẾT CÁC PHƯƠNG TRÌNH HOÁ HỌC

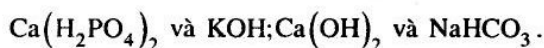
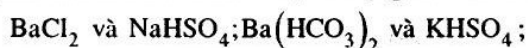
A. LÍ THUYẾT





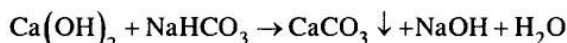
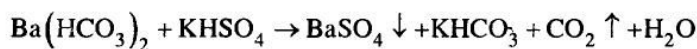
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cử Thanh Toàn**B. CÁC BÀI TẬP MẪU**

I. Viết phương trình phản ứng (dưới dạng phân tử) khi cho các dung dịch (mỗi dung dịch đều chứa 1 mol chất tan) tác dụng với nhau theo từng cặp sau:



Phân tích và hướng dẫn giải





2. 1. Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra trong các thí nghiệm sau (nếu có):

- Sục khí Cl_2 vào dung dịch FeSO_4
- Sục khí etilen vào dung dịch KMnO_4
- Sục khí H_2S vào dung dịch nước brom
- Sục khí O_3 vào dung dịch KI
- Sục khí SO_2 vào dung dịch $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- Nung hỗn hợp quặng photphorit, cát và than cốc ở 1200°C trong lò điện.

2. Hoàn thành phương trình hóa học của các phản ứng sau (nếu có):

- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 (\text{đặc}) \xrightarrow{t^0}$
- $\text{Cl}_2\text{O}_6 + \text{NaOH} (\text{dư}) \rightarrow$
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{loãng}) \rightarrow$
- $\text{PCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Các PTHH xảy ra:

- $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeSO}_4 \rightarrow 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{FeCl}_3$
- $3\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{HBr}$
- $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$
- $\text{SO}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} 3\text{CaSiO}_3 + 5\text{CO} \uparrow + 2\text{P}$

2. Các PTHH xảy ra:

- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 (\text{đặc}) \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cl}_2\text{O}_6 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO}_3 + \text{NaClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{loãng}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{HCl}$

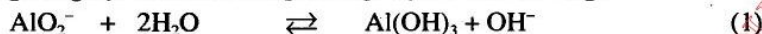
3. Nêu hiện tượng, viết phương trình phản ứng cho những thí nghiệm sau:

- Cho từ từ đến dư dung dịch KHSO_4 vào dung dịch chứa NaAlO_2 và Na_2CO_3 .
- Cho từ từ đến dư dung dịch NH_3 vào dung dịch chứa FeCl_3 và CuSO_4 .
- Nhỏ vài giọt dung dịch NH_3 đậm đặc vào AlCl_3 khan.

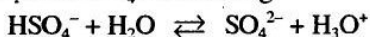
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

***) Trong dung dịch chứa NaAlO_2 và Na_2CO_3 có các cân bằng:**



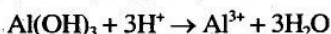
Trong dung dịch KHSO_4 có cân bằng:



Khi cho đến dư dung dịch KHSO_4 và dung dịch chứa NaAlO_2 và Na_2CO_3 làm dịch chuyển các cân bằng (1), (2) và (3) sang phải nên có các hiện tượng:

- Có khí thoát ra (khí CO_2)
- Có kết tủa keo ($\text{Al}(\text{OH})_3$)

Nếu dư KHSO_4 thì $\text{Al}(\text{OH})_3$ sẽ bị hoà tan:

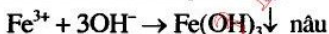


***) Trong dung dịch FeCl_3 và CuSO_4 có các ion: Fe^{3+} , Cu^{2+} .**

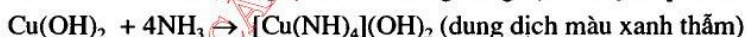
Dung dịch NH_3 có cân bằng: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

Khi cho dung dịch NH_3 vào dung dịch FeCl_3 và CuSO_4 :

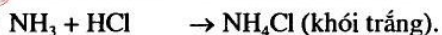
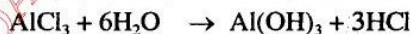
- Có kết tủa nâu, kết tủa xanh do phản ứng:



Sau đó kết tủa xanh $\text{Cu}(\text{OH})_2$ tự hoà tan trong dung dịch NH_3 dư phản ứng:



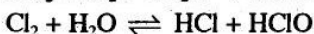
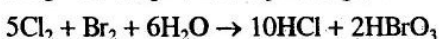
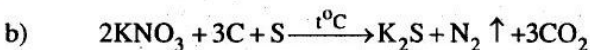
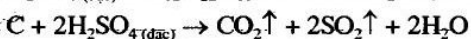
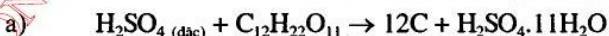
***) Nhỏ vài giọt dung dịch NH_3 đậm đặc vào AlCl_3 khan có khói trắng xuất hiện do các phản ứng:**

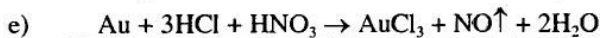
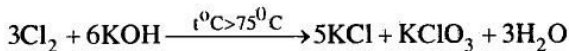
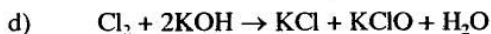


4. Viết phương trình hóa học xảy ra khi:

- a. Nhỏ dung dịch H_2SO_4 đặc vào đường saccarozơ
- b. Phản ứng nổ của thuốc nổ đen
- c. Sục khí Cl_2 dư vào dung dịch FeBr_2
- d. Sục khí Cl_2 vào dung dịch KOH .
- e. Cho Au vào nước cường thủy.

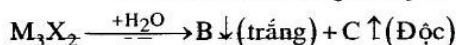
Phân tích và hướng dẫn giải





5. Hợp chất A có dạng M_3X_2 . Khi cho A vào nước, thu được kết tủa trắng B và khí C là một chất độc. Kết tủa B tan được trong dung dịch NaOH và dung dịch NH_3 . Đốt cháy hoàn toàn khí C rồi cho sản phẩm vào nước dư, thu được dung dịch axit D. Cho từ từ D vào dung dịch KOH, phản ứng xong thu được dung dịch E chứa 2 muối. Dung dịch E phản ứng với dung dịch $AgNO_3$ cho kết tủa màu vàng F tan trong axit mạnh. Lập luận để chọn công thức hóa học đúng cho chất A. Viết các phương trình phản ứng xảy ra. Biết M và X đều là những đơn chất phổ biến.

Phân tích và hướng dẫn giải



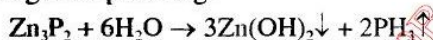
B tan được trong dung dịch NaOH và dung dịch NH_3 , M là đơn chất phổ biến

→ B là $Zn(OH)_2$.

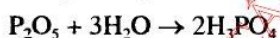
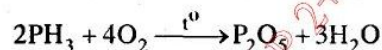
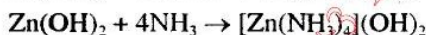
Kết tủa F màu vàng tan trong dung dịch axit mạnh $\rightarrow$ F là $\text{Ag}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ X là P

→ A là Zn_3P_2 .

Phương trình phản ứng:



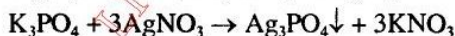
(A) (B) (C)



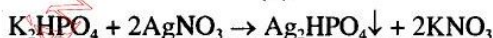
(D)



⇒ Dung dịch E chứa: K_2HPO_4 và K_3PO_4



(F)



6. Nêu hiện tượng và viết phương trình hóa học xảy ra trong các trường hợp sau:

a) Cho đồng kim loại vào dung dịch hỗn hợp NaNO_3 và H_2SO_4 loãng.

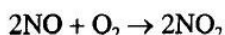
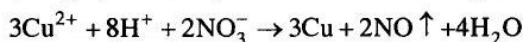
b) Sục khí NH_3 đến dư vào dung dịch MgCl_2 .

c) Cho $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ vào dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$

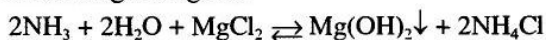
d) Hai lọ hóa chất mở nắp để cạnh nhau: một lọ đựng dung dịch NH_3 đậm đặc, một lọ đựng dung dịch HCl đặc.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

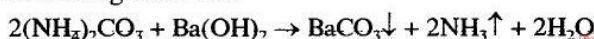
a) Cu tan, dung dịch xuất hiện màu xanh và khí không màu hóa nâu trong không khí:



b) Có kết tủa trắng không tan:

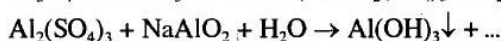


c) Có kết tủa trắng và có khí:



d) Tạo ra khói trắng: $\text{NH}_{3(k)} + \text{HCl}_{(k)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(r)}$

7. Lập phương trình hóa học của các phản ứng sau đây:

**Phân tích và hướng dẫn giải**

Các phương trình hóa học:



8. Viết phương trình phản ứng xảy ra khi lần lượt cho các đơn chất As và Bi tác dụng với dung dịch HNO_3 (giả thiết sản phẩm khử chỉ là khí NO).

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:



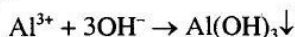
9. Nêu hiện tượng xảy ra và viết phương trình phản ứng minh họa trong các trường hợp sau:

a) Hòa tan từ từ cho đến dư dung dịch NaOH vào dung dịch AlCl_3 , sau đó thêm HCl vào dung dịch thu được đến dư.

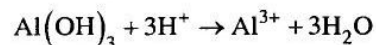
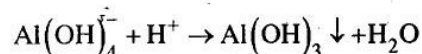
b) Thêm dung dịch K_2CO_3 vào dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Thêm dung dịch NaOH vào dung dịch AlCl_3 , thấy xuất hiện kết tủa trắng keo, sau đó tan lại:



Thêm HCl vào dung dịch thu được lại thấy xuất hiện kết tủa trắng keo, sau đó lại tan:

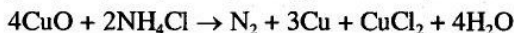


- b) Thêm dung dịch K_2CO_3 vào dung dịch $Fe(NO_3)_3$ thấy xuất hiện kết tủa đỏ nâu và sủi bọt khí không màu: $2Fe^{3+} + 3CO_3^{2-} + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3CO_2$

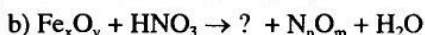
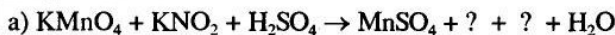
10. Viết phương trình phản ứng xảy ra khi cho NH_4Cl tác dụng với CuO và ZnO . Cho biết ứng dụng thực tế của NH_4Cl tương ứng với các phản ứng này.

Phân tích và hướng dẫn giải

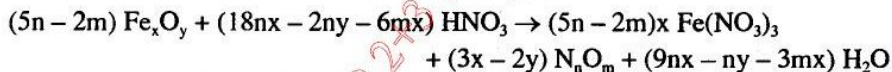
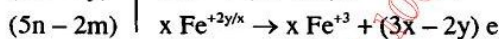
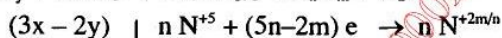
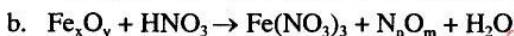
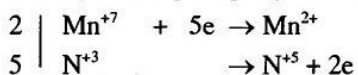
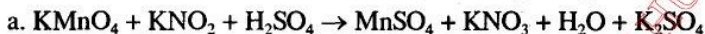
Trong thực tế, NH_4Cl được dùng để đánh sạch bề mặt kim loại trước khi hàn:



11. Hoàn thành và cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau bằng phương pháp thăng bằng electron:



Phân tích và hướng dẫn giải

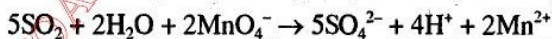
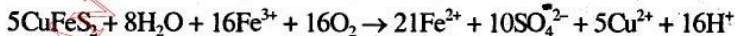
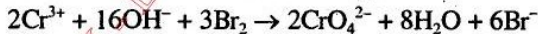


12. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:

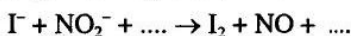
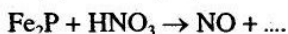


Phân tích và hướng dẫn giải

Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:



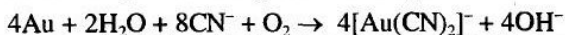
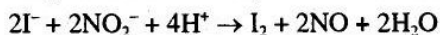
13. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Củ Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Hoàn thành các phương trình phản ứng:

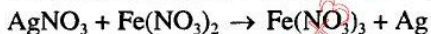
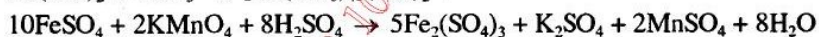
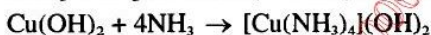
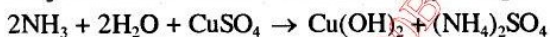
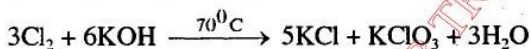


14. Viết phương trình phản ứng hóa học xảy ra khi thực hiện các thí nghiệm sau:

- Cho khí clo lội vào dung dịch KOH đun nóng (khoảng 70°C)
- Nhỏ từ từ dung dịch NH_3 đến dư vào dung dịch CuSO_4 .
- Cho dung dịch hỗn hợp gồm FeSO_4 và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ vào dung dịch KMnO_4 có H_2SO_4 .
- Nhỏ từ từ dung dịch AgNO_3 vào dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$.

Phân tích và hướng dẫn giải

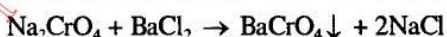
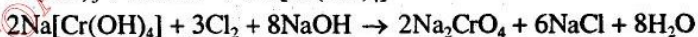
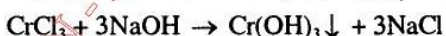
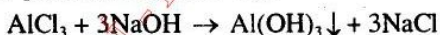
Viết phương trình phản ứng:



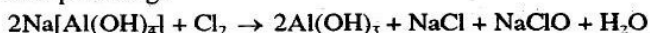
15. Dung dịch A gồm AlCl_3 , CrCl_3 . Cho dung dịch NaOH dư vào A sau đó tiếp tục cho thêm nước clo, rồi lại cho thêm lượng dư dung dịch BaCl_2 . Nêu hiện tượng và viết các phương trình phản ứng hóa học đã xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

- Hiện tượng: tạo kết tủa; kết tủa tan; xuất hiện kết tủa màu vàng.
- Các phương trình phản ứng:



Chú ý: Có thể có phản ứng:



16. 1/ Nêu hiện tượng và viết phương trình ion rút gọn (nếu có) cho các thí nghiệm sau:

- a. Cho từ từ đến dư dung dịch NH_3 vào dung dịch chứa hỗn hợp FeCl_3 và CuSO_4 .
- b. Cho từ từ đến dư dung dịch KHSO_4 vào dung dịch chứa hỗn hợp NaAlO_2 và Na_2CO_3 .
- c. Cho dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ vào dung dịch HCl 1M, đun nóng nhẹ.
- d. Cho từ từ dung dịch KOH vào dung dịch K_2HPO_3 .

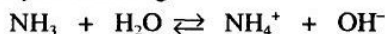
2/ Hỗn hợp bột A gồm Al và Mg được hoà tan hoàn toàn trong dung dịch HNO_3 , làm tạo thành dung dịch B chứa 3 muối và không có khí thoát ra. Cho tiếp dung dịch NaOH vào dung dịch B rồi lọc tách kết tủa C tạo thành, thu được dung dịch D có chứa 2 muối. Nung C đến khối lượng không đổi được chất rắn E chỉ gồm 2 oxit.

Viết các phương trình dưới dạng ion biểu diễn những quá trình trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

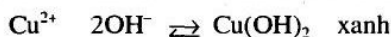
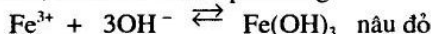
1. a) Trong dung dịch FeCl_3 và CuSO_4 có các ion: Fe^{3+} , Cu^{2+}

Dung dịch NH_3 có cân bằng:

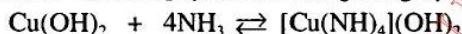


Khi cho dung dịch NH_3 vào dung dịch FeCl_3 và CuSO_4 :

– Có kết tủa nâu, kết tủa xanh do phản ứng:



– Sau kết tủa xanh $\text{Cu}(\text{OH})_2$ tự hoà tan trong dung dịch NH_3 dư do phản ứng:

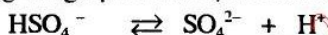


dung dịch màu xanh đậm

- b) Trong dung dịch chứa NaAlO_2 và Na_2CO_3 có các cân bằng:

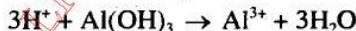


Trong dung dịch KHSO_4 có cân bằng:

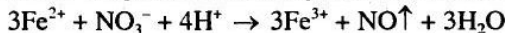


Khi cho đến dư dung dịch KHSO_4 vào dung dịch chứa NaAlO_2 và Na_2CO_3 làm dịch chuyển các cân bằng (1) và (3) sang phải có các hiện tượng:

- Có khí thoát ra (khí CO_2).
- Có kết tủa keo ($\text{Al}(\text{OH})_3$).
- Nếu dư KHSO_4 thì $\text{Al}(\text{OH})_3$ sẽ bị hoà tan.

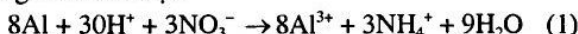


- c) Trong dung dịch chứa $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ và HCl : Fe^{2+} bị oxi hóa bởi NO_3^-/H^+ nên sau khi phản ứng dung dịch có màu vàng và có khí không màu hóa nâu trong không khí bay ra:



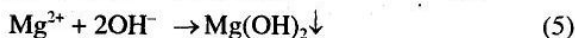
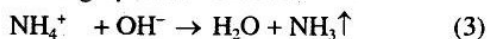
- d) K_2HPO_4 là muối trung hòa nên khi cho KOH vào dung dịch K_2HPO_4 không có hiện tượng xảy ra.

2. Phương trình hoá học:

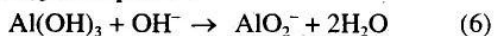


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

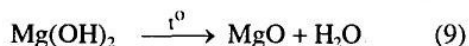
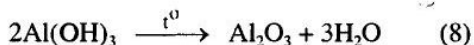
– Thêm dung dịch kiềm NaOH:



$\text{Al}(\text{OH})_3$ tan 1 phần:



– Nung kết tủa C:



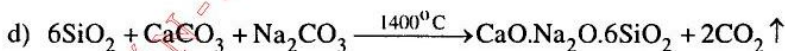
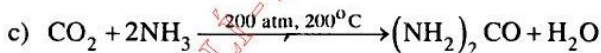
Dung dịch D gồm 2 muối: NaNO_3 , NaAlO_2 .

17. Viết phương trình hóa học biểu diễn các phản ứng xảy ra trong mỗi trường hợp sau:

- Nhiệt phân amoni sunfat
- Phản ứng sản xuất supephosphat kép
- Phản ứng sản xuất ure
- Phản ứng sản xuất thủy tinh thông thường.

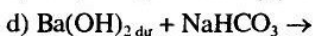
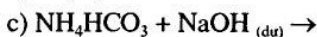
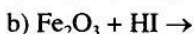
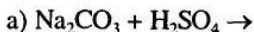
Phân tích và hướng dẫn giải

PTHH:



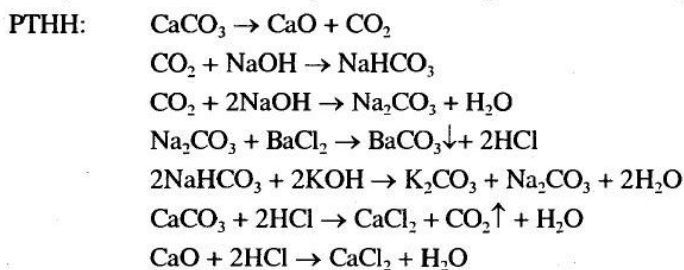
18. 1/ Nhiệt phân MgCO_3 một thời gian người ta thu được chất rắn A và khí B. Hấp thụ hoàn toàn B vào dung dịch NaOH thu được dung dịch C. Dung dịch C tác dụng được với BaCl_2 và KOH. Khi cho chất rắn A tác dụng với HCl dư lại có khí B bay ra. Xác định A, B, C và viết các phương trình hóa học xảy ra.

2/ Viết phương trình phân tử và ion thu gọn của các phản ứng sau xảy ra trong dung dịch:

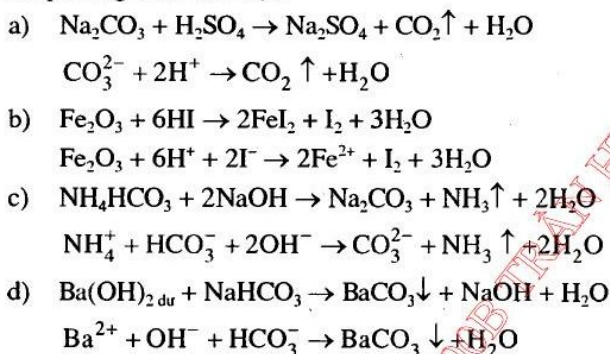


Phân tích và hướng dẫn giải

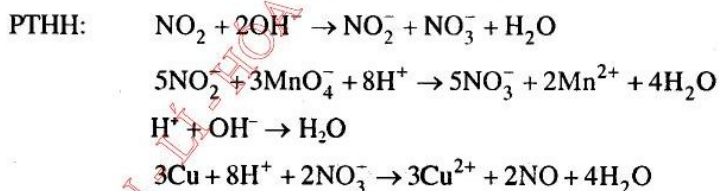
1. Xác định các chất: A: CaCO_3 ; CaO ; B: CO_2 ; C: NaHCO_3 , Na_2CO_3



2. Các phương trình hoá học:



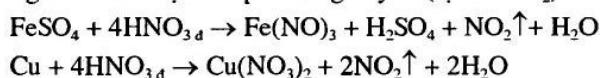
19. Hấp thụ khí NO_2 vào dung dịch NaOH dư thu được dung dịch A. Cho dung dịch A vào dung dịch chứa KMnO_4 và H_2SO_4 dư thì màu tím nhạt đi, thu được dung dịch B. Thêm một ít vụn đồng vào dung dịch B rồi đun nóng thì thu được dung dịch màu xanh, đồng thời có khí không màu hóa nâu ngoài không khí thoát ra. Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra.

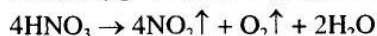
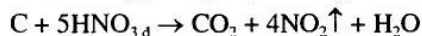
Phân tích và hướng dẫn giải

20. Cho các chất sau: HNO_3 , Cu , Na , Fe , S , C , FeSO_4 , NaNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 . Hãy viết tất cả các phương trình phản ứng có thể tạo ra khí NO_2 , ghi rõ điều kiện phản ứng nếu có.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình hoá học các phản ứng xảy ra (tạo ra NO_2):

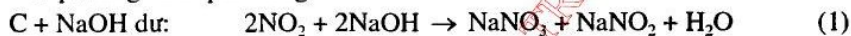


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

21. Dẫn hỗn hợp C vào dung dịch NaOH (dư) tạo thành dung dịch D và còn lại hỗn hợp khí E không bị hấp thụ. Rót D vào dung dịch KMnO_4 trong môi trường axit H_2SO_4 thì thuốc tím bị mất màu hoàn toàn và được dung dịch G. Bỏ một ít vụn Cu rồi thêm axit H_2SO_4 loãng vào G, đun sôi sẽ có một khí duy nhất bay ra, khí này bị hoá nâu trong không khí. Hãy viết các phương trình phản ứng đã xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:

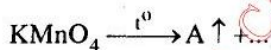


D + KMnO_4 :

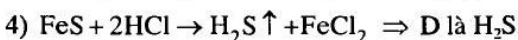
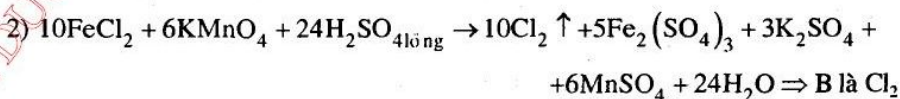
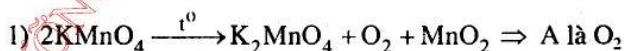


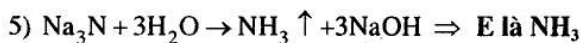
(Có thể viết phản ứng: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$)

22. Hoàn thành các chuyển hóa sau:



Cho các chất A, B, C, D, E tác dụng từng cặp với nhau. Viết phương trình hóa học xảy ra.

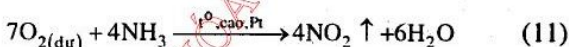
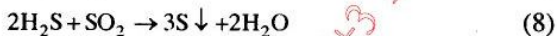
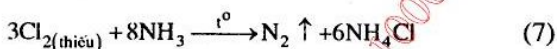
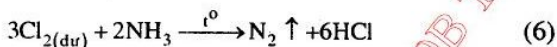
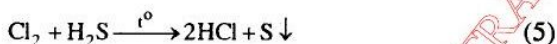
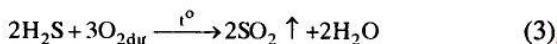
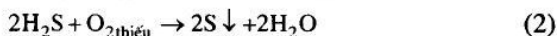
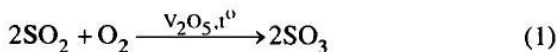
Phân tích và hướng dẫn giải



Cho các khí $\text{O}_2, \text{Cl}_2, \text{SO}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3$ tác dụng với nhau từng cặp ta có:

	O_2	Cl_2	SO_2	H_2S	NH_3
O_2	Không	Không	Có	Có	Có
Cl_2	Không	Không	Có	Có	Có
SO_2	Có	Có	Không	Có	Không
H_2S	Có	Có	Có	Không	Không
NH_3	Có	Có	Không	Không	Không

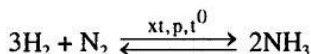
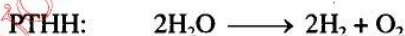
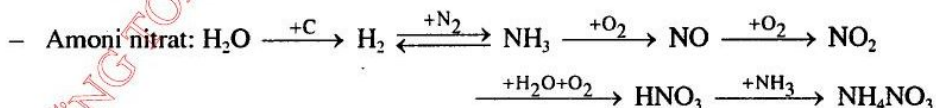
Các phương trình hóa học:



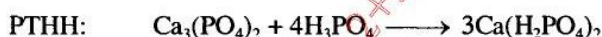
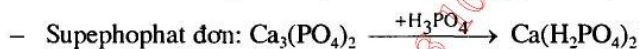
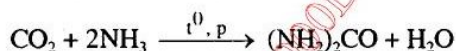
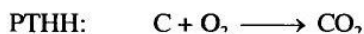
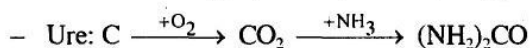
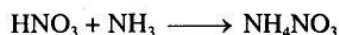
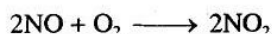
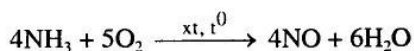
23. Từ nguyên liệu chính là đá vôi, than đá, quặng apatit, nước, không khí có thể điều chế được các loại phân bón hoá học như amoni nitrat, amophot, ure, supephotphat đơn. Hãy viết các phương trình phản ứng minh hoạ.

Phân tích và hướng dẫn giải

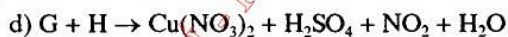
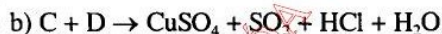
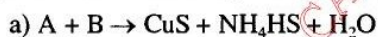
Sơ đồ phản ứng điều chế:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ II – Cù Thanh Toàn



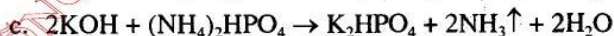
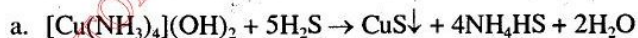
24. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:



(Biết A, B ..., H là kí hiệu các hợp chất hoá học)

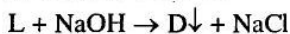
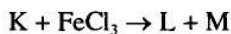
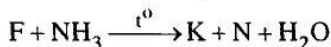
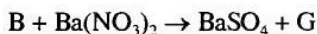
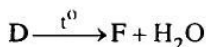
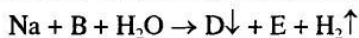
Phân tích và hướng dẫn giải

Xác định các chất và hoàn thành PTHH:



(Có thể viết Cu_2S thay cho CuS).

25. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:



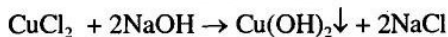
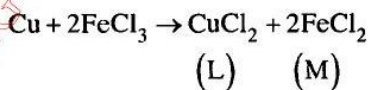
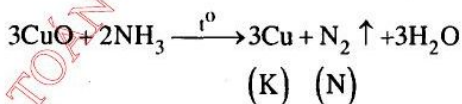
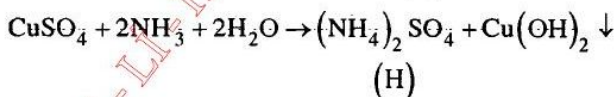
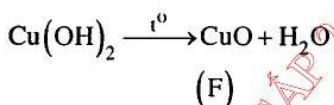
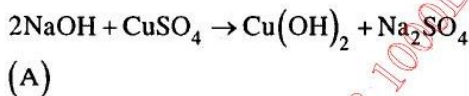
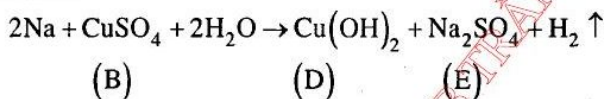
Biết B là muối của kim loại có hóa trị 2. Tổng phân tử khối của B và D là 258.

Phân tích và hướng dẫn giải

Ta có: B là MnSO_4 ; D là $\text{M}(\text{OH})_2$

Theo giả thiết có phương trình: $258 = 2M + 96 + 34 \rightarrow M = 64$ (Cu)

Các PTHH:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học và cơ 11 – Cù Thanh Toàn

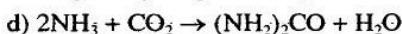
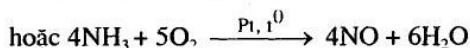
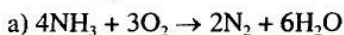
26. Cho các sơ đồ phản ứng sau:

- a) $X + O_2 \rightarrow \dots + H_2O$
- b) $X + CuO \rightarrow N_2 + \dots + \dots$
- c) $X + H_2S \rightarrow \dots$
- d) $X + CO_2 \rightarrow \dots + H_2O$
- e) $X + H_2O + CO_2 \rightarrow \dots$

Tìm công thức của khí X và hoàn thành các phương trình hóa học trên.

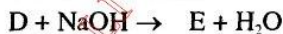
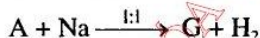
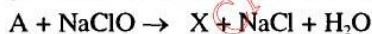
Phân tích và hướng dẫn giải

Qua sơ đồ a và b X có chứa N và H, có thể có O. Vì X là chất khí nên chỉ có thể là NH_3 .



27. A là một hợp chất của nitơ và hiđro với tổng số điện tích hạt nhân bằng 10. B là một oxit của nitơ, chứa 36,36% oxi về khối lượng.

a. Xác định các chất A, B, D, E, G và hoàn thành các phương trình phản ứng:



b. Viết công thức cấu tạo của D và nêu các tính chất hóa học đặc trưng của D.

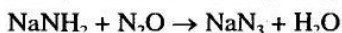
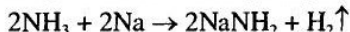
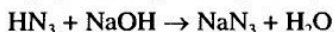
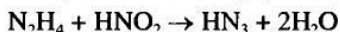
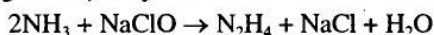
Phân tích và hướng dẫn giải

a) – Giả sử hợp chất của N và H có công thức N_xH_y . Vì tổng điện tích hạt nhân của phân tử bằng 10, mà N có Z = 7 và H có Z = 1 nên hợp chất A chỉ có thể là NH_3 .

– Đặt công thức của oxit là N_xO_y . Từ % khối lượng của oxi bằng 36,36%.

$$\Rightarrow x : y = 2 : 1 \Rightarrow B \text{ là } N_2O.$$

Các phản ứng hóa học xảy ra:

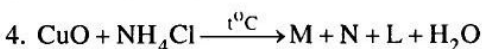
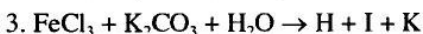


Như vậy: A = NH_3 ; B = N_2O ; D = HN_3 ; E = NaN_3 ; G = $NaNH_2$

b) Công thức cấu tạo của D (HN_3): $\text{H}-\overline{\text{N}}=\text{N}=\overline{\text{N}}$

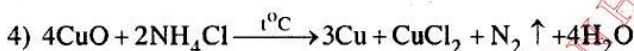
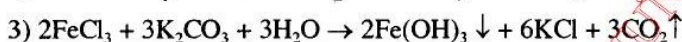
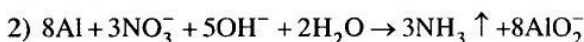
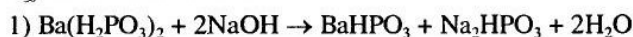
Tính chất hóa học: Tính axit mạnh, tính oxi hóa và tính khử.

28. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:



Phân tích và hướng dẫn giải

Hoàn thành các PTPƯ:



29. Nêu hiện tượng và viết các phương trình phản ứng xảy ra (nếu có) khi:

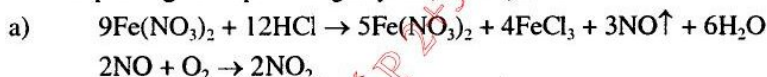
a. Cho dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ vào dung dịch HCl 1M và đun nóng nhẹ.

b. Cho dung dịch K_2HPO_3 vào dung dịch NaOH .

c. Cho từ từ dung dịch AlCl_3 vào dung dịch NaOH cho đến dư và lắc kĩ.

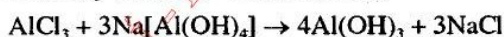
Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng xảy ra (nếu có) khi:



Có khí không màu bay ra, hóa nâu trong không khí

b) Không xảy ra phản ứng vì K_2HPO_3 là muối trung hoà.



Ban đầu xuất hiện kết tủa, sau đó tan ngay, một lúc sau xuất hiện kết tủa keo trắng bền.

30. Dung dịch A gồm các chất tan AlCl_3 , FeCl_2 và CuCl_2 (C_M mỗi chất 0,1M)

a. Dung dịch A có pH < 7, = 7 hay > 7? Giải thích ngắn gọn bằng phương pháp hóa học?

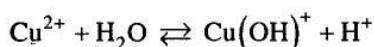
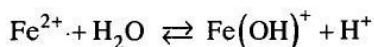
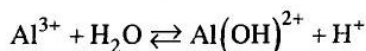
b. Cho H_2S lội chậm qua dung dịch A cho đến bão hòa thì thu được kết tủa và dung dịch B. Hãy cho biết thành phần các chất trong kết tủa và trong dung dịch B.

c. Thêm dần NH_3 vào dung dịch B cho đến dư. Có hiện tượng gì xảy ra? Viết các phương trình phản ứng ion để giải thích.

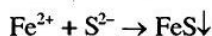
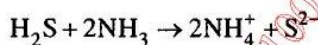
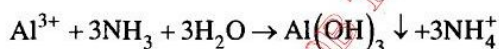
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cà Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

a) Dung dịch A có pH < 7

Do có các phương trình thủy phân:

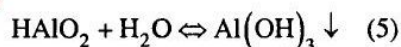
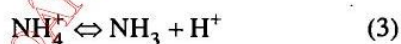
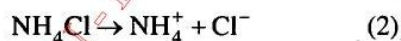
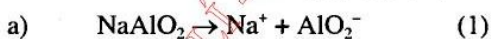
b) Kết tủa là CuS, dung dịch B gồm AlCl_3 , FeCl_2 , HCl , H_2S 

c) Xuất hiện kết tủa keo trắng và kết tủa đen:

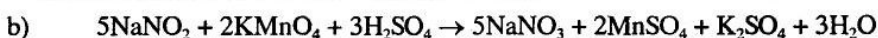


31. a) Giải thích vì sao cho dư NH_4Cl vào dung dịch NaAlO_2 rồi đun nóng thì thấy kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ xuất hiện.

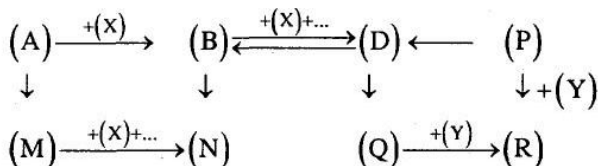
b) Hoàn thành phương trình hóa học (PTHH) của phản ứng oxi hóa – khử sau và cân bằng theo phương pháp cân bằng electron:

**Phân tích và hướng dẫn giải**

Khi đun nóng thì NH_3 bay đi làm cho cân bằng (3) và do đó (4, 5) chuyển dịch sang phải, nghĩa là kết tủa $\text{Al}(\text{OH})_3$ xuất hiện.



32. Hãy chọn các chất thích hợp và viết các phương trình phản ứng hoàn thành sơ đồ biến hóa sau:



- Cho biết:
- Các chất (A), (B), (D) là hợp chất của natri.
 - Các chất (M), (N) là hợp chất của nhôm.
 - Các chất (P), (Q), (R) là hợp chất của bari.
 - Các chất (N), (Q), (R) không tan trong nước.
 - (X) là chất khí không mùi, làm đục dung dịch nước vôi trong.
 - (Y) là muối của natri, dung dịch (Y) làm đỏ quỳ tím.

Phân tích và hướng dẫn giải

- Khí X là CO_2 , muối Y là NaHSO_4 , A là NaOH , B là Na_2CO_3 ;
D là NaHCO_3 ; P là $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$; R là BaSO_4 ; Q là BaCO_3 ;
M là NaAlO_2 ; N là $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- Phương trình hoá học:

$$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$$

$$\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$2\text{NaOH} + 2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$$

$$\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaHCO}_3$$

$$3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{NaCl} + 3\text{CO}_2\uparrow$$

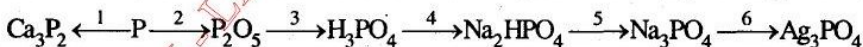
$$2\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{BaCO}_3 + 2\text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$

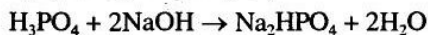
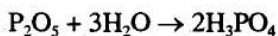
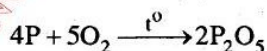
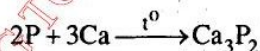
$$\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaHCO}_3$$

33. Viết các phương trình hóa học theo sơ đồ sau (ghi rõ điều kiện phản ứng, nếu có):

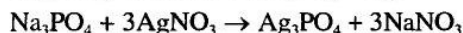


Phân tích và hướng dẫn giải

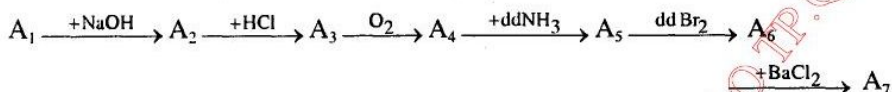
Các PTHH xảy ra trong sơ đồ:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn



34. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau:



Biết A_1 là hợp chất của lưu huỳnh và 2 nguyên tố khác, khối lượng mol của A_1 là 51 gam.

Phân tích và hướng dẫn giải

Do khối lượng mol của S = 32 $\Rightarrow$ Trong A_1 chỉ có 1 nguyên tử S $\Rightarrow$ phần còn lại của A_1 có khối lượng = 51 – 32 = 19.

Từ đây $\Rightarrow \text{A}_1$ chỉ có thể là NH_4HS .

Các phương trình phản ứng:

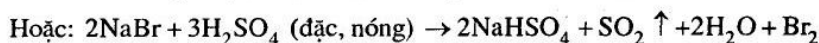
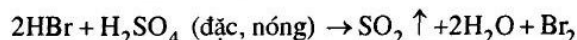
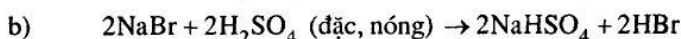
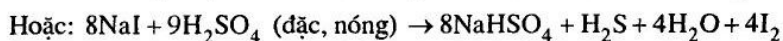
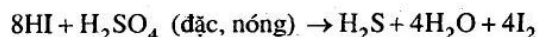
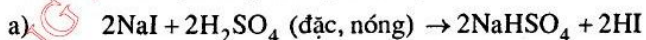
- $\text{NH}_4\text{HS} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}$
- $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$

35. Hoàn thành các phương trình phản ứng sau đây:

- a) $\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ đặc, nóng $\rightarrow$
- b) $\text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ đặc, nóng $\rightarrow$
- c) $\text{KNO}_3 + \text{S} + \text{C} \rightarrow$
- d) $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_2 \rightarrow$
- e) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_2 \rightarrow$
- f) $\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ loãng $\rightarrow$

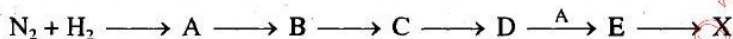
Phân tích và hướng dẫn giải

Hoàn thành phương trình phản ứng:



- c) $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} \xrightarrow{t^0} \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2$
- d) $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
- e) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{HNO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + \text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- f) $3\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{loãng}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_3 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

36. Với nồng độ bé, chất X có tác dụng an thần, còn với nồng độ cao nó có tác dụng kích thích đối với con người. Ta có thể tổng hợp X từ N_2 và H_2 theo sơ đồ sau:

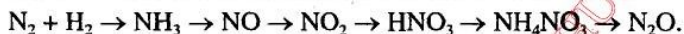


Viết các phương trình phản ứng để hoàn thành sơ đồ trên.

Biết tỉ khối của X so với hidro bằng 22.

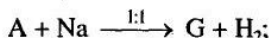
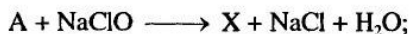
Phân tích và hướng dẫn giải

- X là N_2O . Viết đầy đủ các phương trình theo sơ đồ sau:



37. A là một hợp chất của nitơ và hidro với tổng số điện tích hạt nhân bằng 10. B là một oxit của nitơ, chứa 36,36% oxi về khối lượng.

1/ Xác định các chất A, B, D, E, G và hoàn thành các phương trình phản ứng:



2/ Viết công thức cấu tạo của D. Nhận xét về tính oxi hoá – khử của nó.

3/ D có thể hoà tan Cu tương tự HNO_3 . Hỗn hợp D và HCl hoà tan được vàng tương tự cường thuỷ. Viết phương trình của các phản ứng tương ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

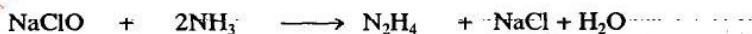
1/ – Giả sử hợp chất của N và H có công thức N_xH_y . Vì tổng điện tích hạt nhân của phân tử bằng 10, mà N có Z = 7 và H có Z = 1 nên hợp chất A chỉ có thể là NH_3 .

– Oxit của N chứa 36,36% khối lượng là O do đó, nếu giả thiết rằng trong phân tử B có 1 nguyên tử O (M = 16) thì số nguyên tử N trong phân tử là:

$$\text{N} = 16(100 - 36,36) : (36,36 \cdot 14) = 2$$

Như vậy B là N_2O .

Các phản ứng hoá học phù hợp là:

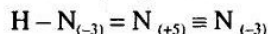


Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn



Như vậy: A = NH_3 ; B = N_2O ; D = HN_3 ; E = NaN_3 ; G = NaNH_2 .

2/ Công thức cấu tạo của chất D (HN_3 – axit hidrazoic) là:

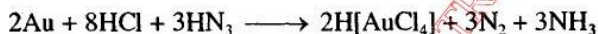


Trong phân tử HN_3 vừa có $\text{N}_{(+5)}$ vừa có $\text{N}_{(-3)}$ nên nó vừa có tính oxi hoá, vừa có tính khử.

Về tính oxi hoá nó giống với axit nitric HNO_3 nên nó có thể hoà tan Cu theo phản ứng:

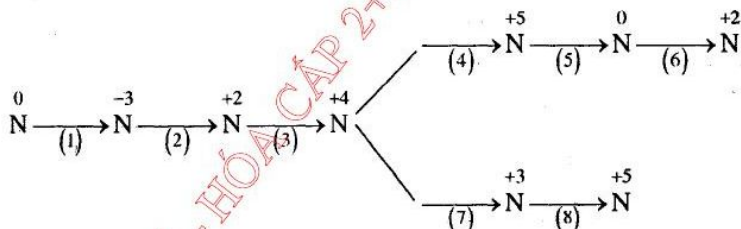


3/ Khi trộn với HCl đặc nó tạo thành dung dịch tương tự cường thủy ($\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$), nên có thể hoà tan được vàng (Au) theo phản ứng:



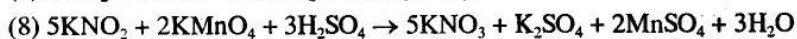
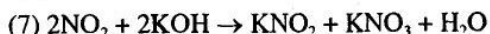
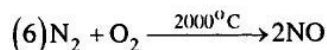
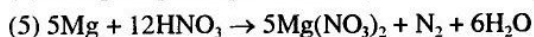
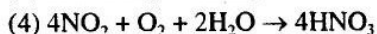
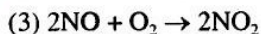
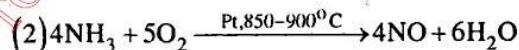
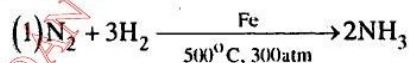
C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

38. Chọn chất phù hợp, viết phương trình (ghi rõ điều kiện phản ứng) thực hiện biến đổi sau:



Phân tích và hướng dẫn giải

Các PTPƯ:



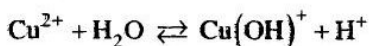
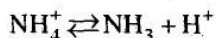
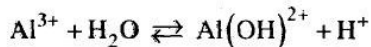
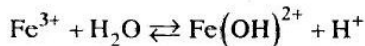
39. Dung dịch A gồm FeCl_3 , AlCl_3 , NH_4Cl , CuCl_2 nồng độ đều xấp xỉ là 0,1M.

a) Dung dịch A có môi trường axit, bazơ hay trung tính? Giải thích.

b) Sục H_2S lội chậm vào A đến bão hòa được kết tủa B và dung dịch C. Cho biết các chất có trong B, C và viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) A có môi trường axit vì các cation có phản ứng thủy phân tạo ra H^+ theo các phương trình:



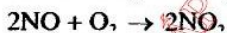
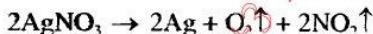
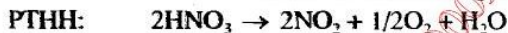
b) Phản ứng: $2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{S} \downarrow + 2\text{HCl}$



Kết tủa B gồm có S, CuS và dung dịch C gồm: NH_4Cl , AlCl_3 , HCl , FeCl_2

40. Dẫn ra 5 phương trình phản ứng khác nhau có tạo ra khí NO_2 .

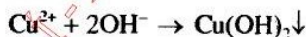
Phân tích và hướng dẫn giải



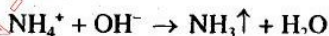
41. Thêm NaOH dư vào dung dịch CuSO_4 , thêm tiếp NH_4NO_3 vào dung dịch đến dư có hiện tượng gì xảy ra? Viết phương trình phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải:

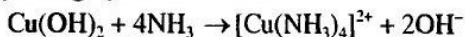
+ Có kết tủa màu xanh:



+ Có khí mùi khai:



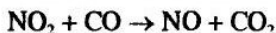
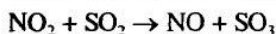
+ Kết tủa tan tạo dung dịch xanh thẫm:



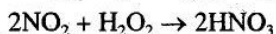
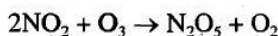
42. Viết phương trình phản ứng khi cho NO_2 tác dụng với CO, SO_2 , O_3 , H_2O_2 .

Phân tích và hướng dẫn giải

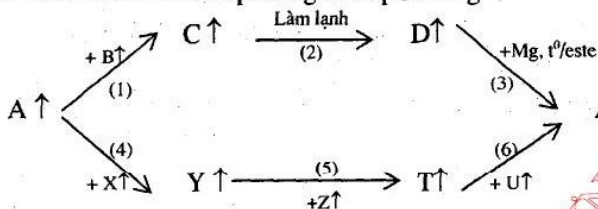
Viết 4 phương trình phản ứng



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn



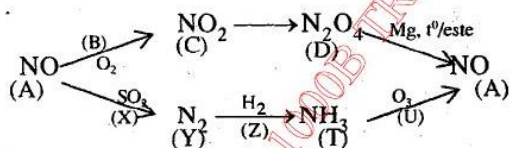
43. Hoàn thành sơ đồ và viết phương trình phản ứng



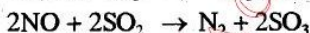
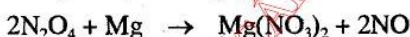
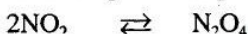
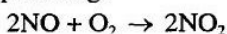
Cho biết các chất khí có thành phần nguyên tố thuộc: N, O, S, H.

Phân tích và hướng dẫn giải

Xác định đúng các chất và viết đúng phản ứng:



Các phản ứng:



44. Trong điều kiện cụ thể Al tác dụng với HNO_3 tạo hỗn hợp khí X gồm NO và NO_2 .

Viết và cân bằng phương trình phản ứng oxi hoá khử cho mỗi trường hợp sau:

a) $d_{\text{X}/\text{C}_3\text{H}_4} = 1,020$

b) $d_{\text{X}/\text{C}_3\text{H}_4} = 1,122$.

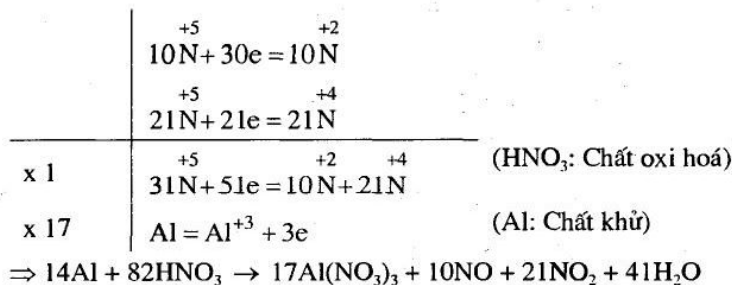
Nếu nhận xét về hệ số cân bằng phản ứng. Cho biết khoảng giới hạn của $d_{\text{X}/\text{C}_3\text{H}_4}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

a) $d_{\text{X}/\text{C}_3\text{H}_4} = 1,02 = \frac{\overline{M}_X}{40} \Rightarrow \overline{M}_X = 40,8$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Gọi x là } n_{\text{NO}} \\ \text{Gọi y là } n_{\text{NO}_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \overline{M}_X = \frac{30x + 46y}{x + y} = 40,8$$

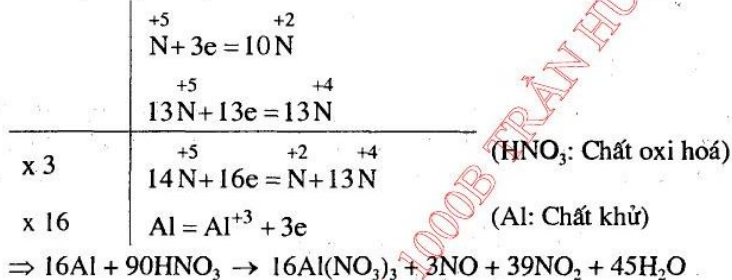
$$\Rightarrow x : y = 0,325 : 0,675 = 10 : 21$$



b) $d_{X/C_3H_4} = 1,122 = \frac{\overline{M}_X}{40} \Rightarrow \overline{M}_X = 44,88$

Gọi x là n_{NO}
 Gọi y là n_{NO₂} $\Rightarrow \overline{M}_X = \frac{30x + 46y}{x + y} = 44,88$

$\Rightarrow x : y = 0,07 : 0,93 = 1 : 13$



* Nhận xét:

- Hệ số phương trình đúng với tỉ lệ đã tính.
- Khoảng giới hạn của giá trị d_x

+ X chỉ gồm NO $\Rightarrow d_{X/C_3H_4} = \frac{30}{40} = 0,75$

+ X chỉ gồm NO₂ $\Rightarrow d_{X/C_3H_4} = \frac{46}{40} = 1,15$

$\Rightarrow 0,75 < d_{X/C_3H_4} < 1,15$

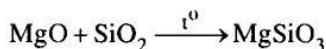
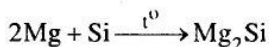
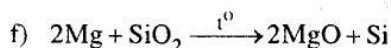
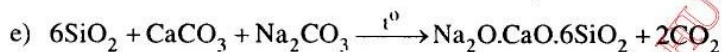
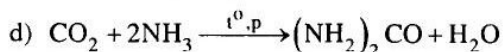
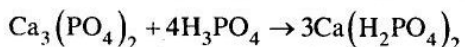
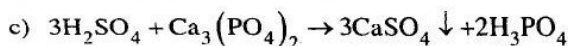
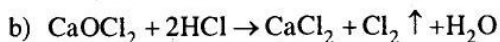
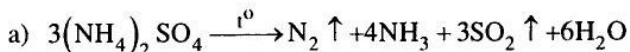
45. Viết phương trình hóa học biểu diễn các phản ứng xảy ra trong mỗi trường hợp sau:

- Nhiệt phân amoni sunfat.
- Cho clorua vôi vào dung dịch axit clohidric
- Phản ứng sản xuất supephotphat kép.
- Phản ứng sản xuất ure
- Phản ứng sản xuất thủy tinh thông thường.
- Nung nóng hỗn hợp Mg và SiO₂ trong bình kín.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

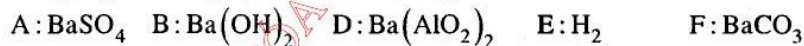
PTHH:



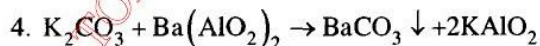
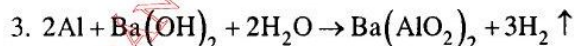
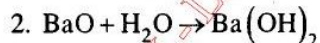
46. Cho BaO tác dụng với dung dịch H_2SO_4 thu được kết tủa A và dung dịch B. Cho B tác dụng với kim loại Al dư thu được dung dịch D và khí E. Thêm K_2CO_3 vào dung dịch D thấy tạo kết tủa F. Xác định các chất A, B, D, E, F và viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

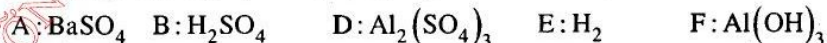
* Trường hợp 1: Dung dịch B chứa $Ba(OH)_2$:



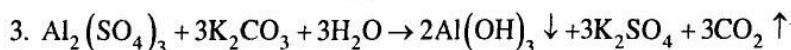
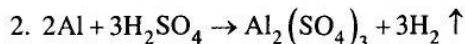
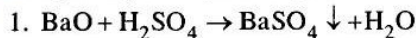
Các phương trình phản ứng:



* Trường hợp 2: Dung dịch B chứa H_2SO_4 :



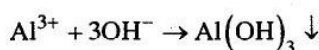
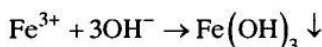
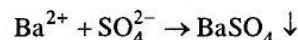
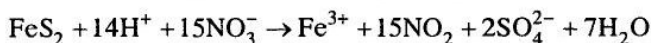
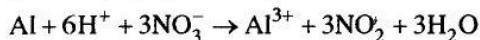
Các phương trình phản ứng:



47. Cho hỗn hợp gồm Al và FeS₂ tác dụng với dung dịch HNO₃ đặc, nóng, dư, thu được một chất khí màu nâu (sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch X. Cho dung dịch X tác dụng với dung dịch hỗn hợp Ba(OH)₂ và NaOH (dư), phản ứng hoàn toàn thu được kết tủa. Viết các phương trình phản ứng xảy ra dạng ion rút gọn.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng dạng ion rút gọn:



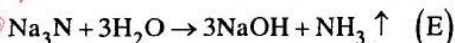
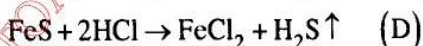
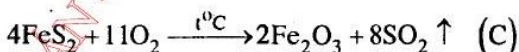
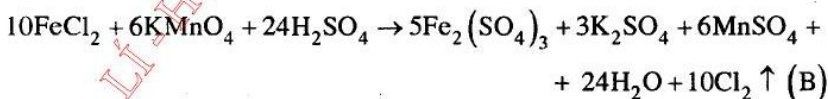
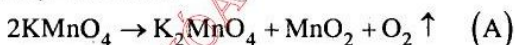
48. Có 5 khí A, B, C, D, E:

- Khí A được điều chế bằng cách nung KMnO₄ ở nhiệt độ cao;
- Khí B được điều chế bằng cách cho FeCl₂ tác dụng với hỗn hợp KMnO₄ và H₂SO₄ loãng;
- Khí C được điều chế bằng cách đốt sắt pirit trong oxi;
- Khí D được điều chế bằng cách cho sắt sunfua vào dung dịch HCl trong điều kiện thích hợp;
- Khí E được điều chế bằng cách cho natri nitrua vào nước.

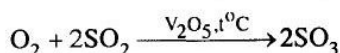
Cho khí A, B, C, D, E lần lượt tác dụng với nhau, trường hợp nào có phản ứng xảy ra? Viết phương trình hóa học biểu diễn các phản ứng (ghi rõ điều kiện nếu có).

Phân tích và hướng dẫn giải

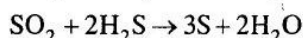
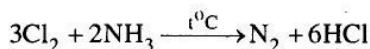
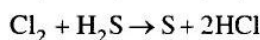
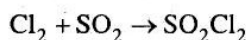
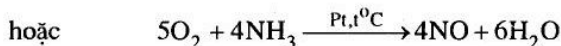
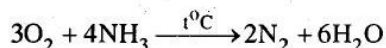
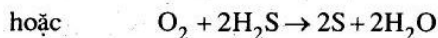
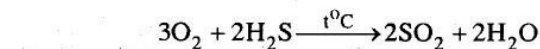
PTHH tạo ra các khí:



Cho các khí A, B, C, D, E lần lượt tác dụng với nhau



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học vô cơ 11 – Cù Thanh Toàn



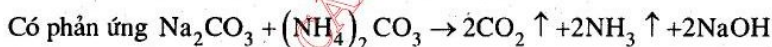
49. Viết phương trình hóa học biểu diễn các phản ứng xảy ra (nếu có) và nêu hiện tượng khi cho từ từ ure lần lượt vào cốc chứa:

a) Dung dịch Na_2CO_3

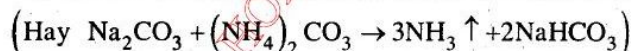
b) Dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Khi cho ure vào các dung dịch Na_2CO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ thì trước hết có phản ứng:



Vậy cho ure vào sẽ thấy xuất hiện sủi bọt khí CO_2 và NH_3 (mùi khai)



b) Có phản ứng $\text{Ba}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Vậy cho ure vào sẽ thấy xuất hiện sủi bọt khí NH_3 (mùi khai) và kết tủa.

50. Viết các phương trình hóa học các phản ứng xảy ra trong các trường hợp sau:

a) H_2O_2 bị oxi hóa bởi dung dịch KMnO_4 (trong môi trường H_2SO_4).

b) Dẫn khí clo qua dung dịch I_2

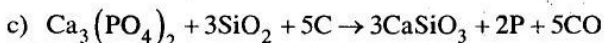
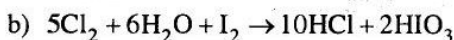
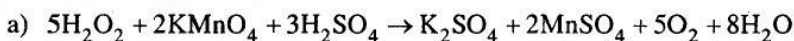
c) Đun nóng $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ với hỗn hợp cát và than ở nhiệt độ cao.

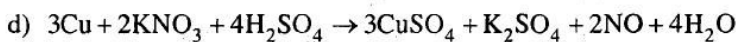
d) Cho ít vụn đồng vào hỗn hợp dung dịch KNO_3 , H_2SO_4 .

e) Dẫn khí CO_2 đến dư vào dung dịch Na_2SiO_3 .

Phân tích và hướng dẫn giải

PTHH các phản ứng xảy ra:





51. Viết phương trình hóa học các phản ứng sau:

a) O_3 với dung dịch KI

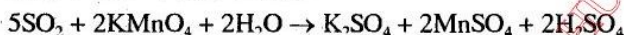
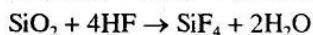
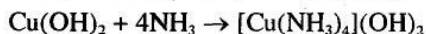
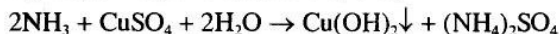
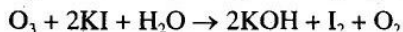
b) NH_3 dư với dung dịch CuSO_4

c) SiO_2 với HF

d) SO_2 với dung dịch chứa hỗn hợp KMnO_4 và H_2SO_4 .

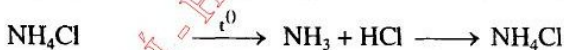
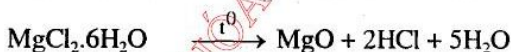
Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình hoá học các phản ứng xảy ra:



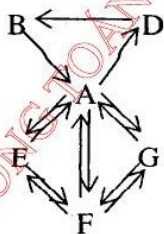
52. Đốt cháy kim loại magie trong không khí ($20\%\text{O}_2$, $80\%\text{N}_2$) ở nhiệt độ cao. Cho sản phẩm thu được tác dụng với một lượng dư dung dịch axit clohidric, đun nóng rồi cô dung dịch đến cạn khô. Nung nóng sản phẩm mới này và làm ngưng tụ những chất bay hơi sinh ra trong quá trình nung. Hãy viết các phương trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm trên và cho biết có những chất gì trong sản phẩm đã ngưng tụ được.

Phân tích và hướng dẫn giải



Sản phẩm được ngưng tụ: NH_4Cl ; H_2O ; HCl .

53. Cho sơ đồ biến đổi sau:

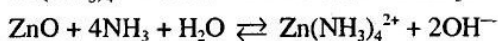
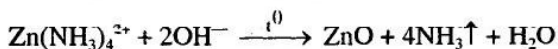
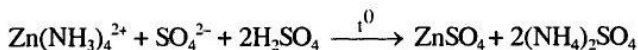
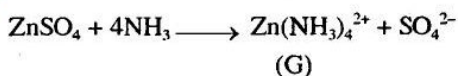
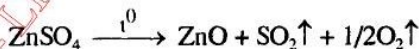
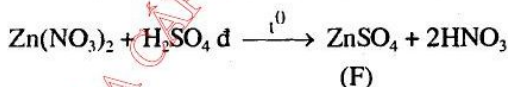
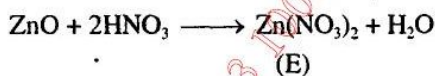
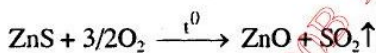
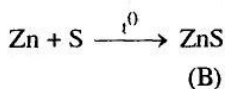
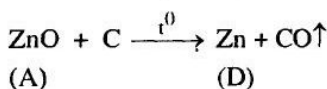
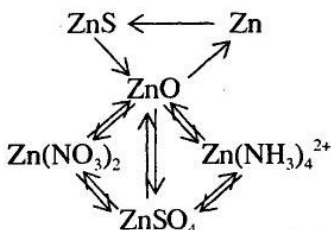


Hãy cho biết công thức các chất A, B, D, E, F, G. Cho biết A là một oxit kim loại thông dụng. A tan trong dung dịch NaOH và dung dịch NH_3 . Viết các phương trình phản ứng. (Chỉ được dùng 1 phản ứng cho 1 mũi tên).

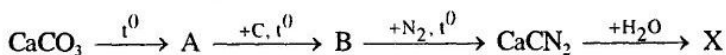
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học và cơ 11 – Cù Thanh Toàn

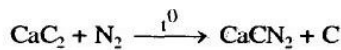
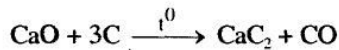
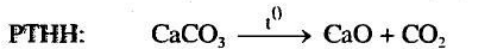
Phân tích và hướng dẫn giải

Oxit kim loại thông dụng tan trong NaOH, dung dịch NH_3 là ZnO .



54. Canxi xianamit CaCN_2 (là một phân bón đa năng và có tác dụng rất tốt). Viết các PTHH xảy ra trong sơ đồ sau:

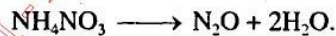
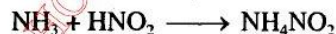
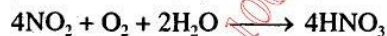
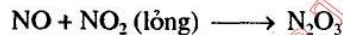
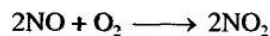
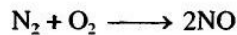
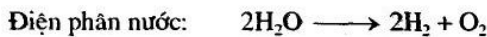


Phân tích và hướng dẫn giải

55. Những hợp chất hoá học nào có thể được tổng hợp từ không khí (chỉ gồm oxi, nitơ) và nước? Viết các phương trình hoá học xảy ra (điều kiện phản ứng và các chất xúc tác coi như có đủ, không được sử dụng các chất phản ứng nào khác).

Phân tích và hướng dẫn giải

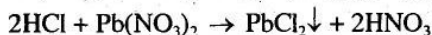
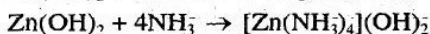
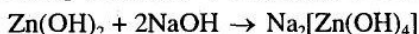
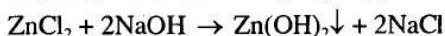
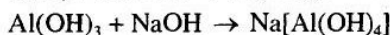
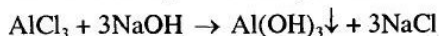
- Điều chế được các hợp chất: NO, NO₂, N₂O₃, N₂O₄, N₂O₅, N₂O, HNO₃, HNO₂, NH₃, NH₄NO₃, NH₄NO₂.
- PTHH các phản ứng xảy ra:



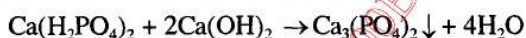
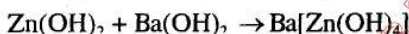
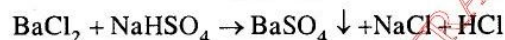
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Chuyên đề 18. NHẬN BIẾT CÁC DUNG DỊCH

A. LÝ THUYẾT



màu nâu



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

1. Không dùng thêm thuốc thử, hãy trình bày cách phân biệt 5 dung dịch sau:

NaCl , NaOH , NaHSO_4 , Ba(OH)_2 , Na_2CO_3

Phân tích và hướng dẫn giải

– Trộn lẫn các cặp mẫu thử ta thu được hiện tượng như sau:

	NaCl	NaOH	NaHSO_4	Ba(OH)_2	Na_2CO_3
NaCl		–	–	–	–
NaOH	–		–	–	–
NaHSO_4	–	–		↓ trắng	↑ không màu
Ba(OH)_2	–	–	↓ trắng		↓ trắng
Na_2CO_3	–	–	↑ không màu	↓ trắng	

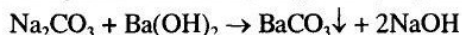
Chú thích: –: Không hiện tượng

↓: Có kết tủa; ↑: có khí

* Kết luận:

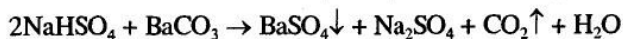
+ Mẫu thử tạo kết tủa với 2 trong 4 mẫu khác là Ba(OH)_2

+ 2 mẫu tạo kết tủa với Ba(OH)_2 là Na_2CO_3 , NaHSO_4 (nhóm I)



+ 2 mẫu không tạo kết tủa với Ba(OH)_2 là NaOH , NaCl (nhóm II)

– Lọc 2 kết tủa ở trên lần lượt cho vào 2 mẫu nhóm I: mẫu nào có sủi bọt khí là NaHSO_4 , còn mẫu không sinh khí là Na_2CO_3



- Thêm ít giọt dung dịch NaHSO_4 vào hai mẫu (dư) ở nhóm II, sau đó cho tiếp kết tủa thu được ở trên (BaCO_3) vào. Nếu xuất hiện khí là mẫu NaCl , còn lại là NaOH không xuất hiện khí.



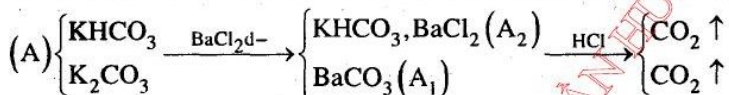
Do NaOH dư nên $\Rightarrow \text{NaHSO}_4$ hết nên không tạo khí với BaCO_3

2. Có ba bình đựng dung dịch mất nhãn: Bình A (KHCO_3 và K_2CO_3), bình B (KHCO_3 và K_2SO_4), bình C (K_2CO_3 và K_2SO_4). Chỉ dùng dung dịch BaCl_2 và dung dịch HCl , nêu cách nhận biết các bình trên.

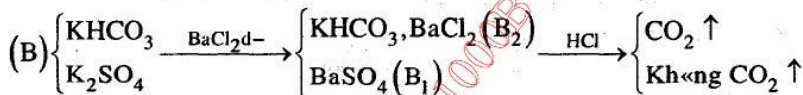
Phân tích và hướng dẫn giải

Cho BaCl_2 (đến dư) vào cả 3 dung dịch A, B, C. Lọc tách kết tủa thu được: kết tủa A_1 , B_1 , C_1 và 3 dung dịch nước lọc A_2 , B_2 , C_2 . Cho HCl lần lượt tác dụng với mỗi kết tủa và mỗi dung dịch nước lọc:

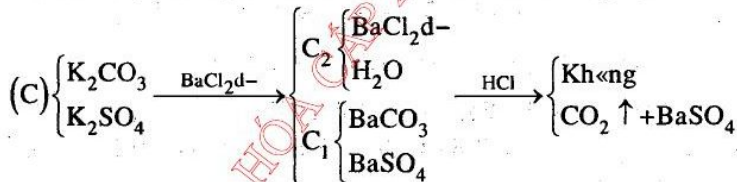
- + Nếu từ kết tủa và từ nước lọc đều có khí thoát ra thì ban đầu là dung dịch A:



- + Nếu từ kết tủa không có khí thoát ra, nhưng từ nước lọc lại có khí thoát ra thì ban đầu là dung dịch B.



- + Nếu từ kết tủa có khí thoát ra nhưng có một phần kết tủa không tan trong HCl dư và từ nước lọc không có khí thoát ra thì ban đầu là dung dịch C:

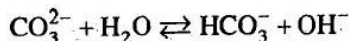


3. Chỉ dùng chất chỉ thị phenolphthalein, hãy phân biệt các dung dịch NaHSO_4 , Na_2CO_3 , AlCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, NaCl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Các phản ứng minh họa viết dưới dạng ion thu gọn.

Phân tích và hướng dẫn giải

Trích mẫu thử cho mỗi lần thí nghiệm:

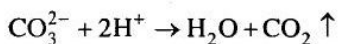
- Cho phenolphthalein vào mỗi mẫu thử. Mẫu thử có màu hồng là dung dịch Na_2CO_3 , các mẫu thử còn lại không màu:



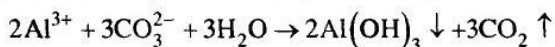
Dùng Na_2CO_3 làm thuốc thử để cho vào các mẫu thử còn lại.

- + Mẫu thử có sủi bọt khí không màu là NaHSO_4 :

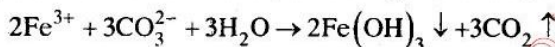
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



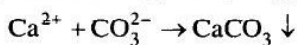
+ Mẫu thử tạo kết tủa trắng keo và sủi bọt khí không màu là AlCl_3 :



+ Mẫu thử tạo kết tủa đỏ nâu và sủi bọt khí không màu là $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$:



+ Mẫu thử tạo kết tủa trắng là $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$:



+ Mẫu thử không tạo hiện tượng là NaCl .

4. Cho 5 lọ hoá chất được đánh từ 1 đến 5; mỗi lọ chứa một trong các dung dịch hoá chất sau đây: Na_2SO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, NaOH , BaCl_2 . Chất nào được chứa trong lọ số mấy? Khi:

– Dung dịch của lọ thứ tư tác dụng với dung dịch của lọ thứ ba có kết tủa trắng sinh ra.

– Dung dịch của lọ thứ hai tác dụng với dung dịch của lọ thứ nhất tạo ra kết tủa trắng, kết tủa này lại tan nếu tiếp tục cho thêm dung dịch của lọ thứ hai.

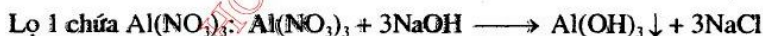
– Dung dịch của lọ thứ tư tác dụng với dung dịch của lọ thứ năm lúc đầu chưa có kết tủa, sau đó tạo kết tủa khi tiếp tục cho thêm dung dịch của lọ thứ tư.

Giải thích, viết phương trình hoá học biểu diễn phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Giải thích để kết luận dung chất nào chứa trong lọ số mấy:

+ Viết 4 phương trình hoá học nhận biết:



5. Không dùng thêm hóa chất nào khác, nêu phương pháp hóa học phân biệt các lọ đựng các dung dịch sau bị mất nhãn: HCl , NaOH , phenolphthalein, NaCl . Viết phương trình phản ứng.

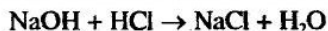
Phân tích và hướng dẫn giải

– Lần lượt lấy một lọ cho vào các lọ còn lại $\rightarrow$ tách làm 2 cặp:

+ Cặp gồm 2 lọ khi trộn với nhau có màu hồng là NaOH và PP (phenolphthalein).

+ Cặp còn lại là NaCl và HCl .

– Lần lượt lấy 1 trong hai lọ NaCl và HCl cho vào dung dịch có màu hồng, lọ nào khi cho vào làm mất màu hồng là HCl . Lọ còn lại trong nhóm đó là NaCl :



- Tiếp tục cho 1 trong hai lọ PP và NaOH vào dung dịch vừa mất màu hồng thu được ở trên, lọ nào khi cho vào xuất hiện màu hồng trở lại thì đó là NaOH, lọ còn lại là PP.

6. Không dùng thêm thuốc thử hãy nhận biết các dung dịch: NaCl; K₂CO₃; Na₂SO₄; HCl; Ba(NO₃)₂.

Phân tích và hướng dẫn giải

Kết luận dựa theo bảng:

	NaCl	K ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	HCl	Ba(NO ₃) ₂
NaCl	–	–	–	–	–
K ₂ CO ₃	–	–	–	↑	↓
Na ₂ SO ₄	–	–	–	–	↓
HCl	–	↑	–	–	–
Ba(NO ₃) ₂	–	↓	↓	–	–
Kết quả	–	1↑; 1↓	1↓	1↑	2↓

7. Chỉ dùng chất chỉ thị phenolphthalein, hãy phân biệt các dung dịch:

NaHSO₄, Na₂CO₃, BaCl₂, NaCl, Mg(NO₃)₂.

Các phản ứng minh họa viết dưới dạng ion thu gọn.

Phân tích và hướng dẫn giải

- * Chia các dung dịch thành nhiều mẫu thử. Nhỏ phenolphthalein vào 5 mẫu thử:

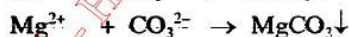
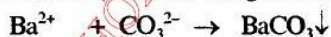
- Dung dịch chuyển màu hồng là Na₂CO₃ (do có môi trường bazơ).
- 4 dung dịch còn lại không hiện tượng gì.

- * Nhỏ Na₂CO₃ vừa nhận được vào 4 dung dịch còn lại:

- Dung dịch có khí không màu, không mùi bay lên là NaHSO₄:



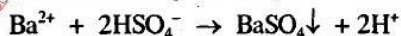
- 2 dung dịch cho kết tủa màu trắng là BaCl₂, Mg(NO₃)₂:



- Dung dịch còn lại không hiện tượng gì là NaCl.

- * Nhỏ NaHSO₄ vừa nhận được vào 2 dung dịch BaCl₂, Mg(NO₃)₂:

- Dung dịch tạo kết tủa trắng là BaCl₂:



- Dung dịch còn lại không hiện tượng gì là Mg(NO₃)₂.

8. Trong phòng thí nghiệm có 8 lọ hoá chất mất nhãn đựng riêng biệt các dung dịch: NaCl, NaNO₃, Mg(NO₃)₂, MgCl₂, AlCl₃, Al(NO₃)₃, ZnCl₂, Zn(NO₃)₂. Bằng phương pháp hoá học làm thế nào để nhận biết mỗi dung dịch. Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phân tích và hướng dẫn giải

Đánh số thứ tự các lọ hoá chất rồi lấy ra một lượng nhỏ vào các ống nghiệm để làm thí nghiệm.

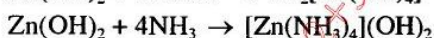
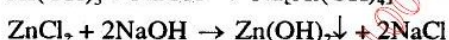
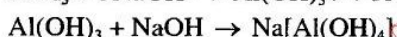
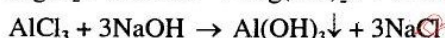
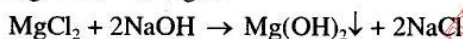
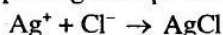
- Cho dung dịch AgNO_3 lần lượt vào mỗi ống nghiệm. Nếu có kết tủa trắng nhận ra dung dịch muối clorua (NaCl , MgCl_2 , AlCl_3 , ZnCl_2).
- Cho dung dịch NaOH dư vào lần lượt các dung dịch muối clorua nhận ra dung dịch MgCl_2 do tạo ra kết tủa trắng $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Thấy không có hiện tượng phản ứng, nhận ra dung dịch NaCl .

Thấy các kết tủa rồi lại tan trong dung dịch NaOH dư $\Rightarrow$ Hai dung dịch còn lại là AlCl_3 , ZnCl_2 .

Cho NH_3 dư vào 2 mẫu dung dịch AlCl_3 , ZnCl_2 . Thấy kết tủa rồi lại tan trong dung dịch NH_3 dư $\Rightarrow$ dung dịch ZnCl_2

Các phương trình phản ứng:



- Nhận ra mỗi dung dịch muối nitrit cũng làm tương tự như trên.

9. Dung dịch A có các ion: HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-} . Chỉ dùng quỳ tím, dung dịch HCl , dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$, có thể nhận biết các ion nào trong dung dịch A.

Phân tích và hướng dẫn giải

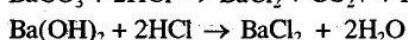
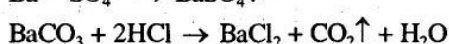
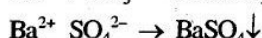
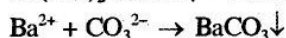
- Cho dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư vào 1 mẫu dung dịch A thì có kết tủa trắng (BaCO_3 ; BaSO_4) và khí mùi khai (NH_3) thoát ra $\Rightarrow$ nhận ra ion NH_4^+ ; Kết tủa trắng cho vào dung dịch HCl dư thấy chỉ tan 1 phần (BaCO_3 bị tan, BaSO_4 không tan) $\Rightarrow$ nhận ra ion SO_4^{2-} .

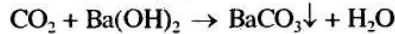
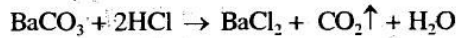
- Cho quỳ tím vào dung dịch HCl , cho tiếp dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ vào đến khi quỳ tím mất màu thì dừng lại, được dung dịch BaCl_2 .

- Lấy dung dịch BaCl_2 dư vào cho 1 mẫu dung dịch A thu được kết tủa và dung dịch B, lấy kết tủa (BaSO_4 , BaCO_3) cho vào dung dịch HCl dư thì kết tủa tan một phần, có khí thoát ra làm vẩn đục dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$, nhận ra ion CO_3^{2-} .

Cho $\text{Ba}(\text{OH})_2$ vào dung dịch B thì có kết tủa trắng, nhận ra ion HCO_3^- .

Vậy nhận ra được các ion NH_4^+ , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- .

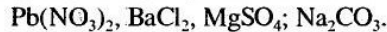




10. Có 4 dung dịch trong suốt. Mỗi dung dịch chỉ chứa một loại ion dương và một loại ion âm. Các loại ion trong cả 4 dung dịch gồm Ba^{2+} , Mg^{2+} , Pb^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} và NO_3^- . Hỏi đó là 4 dung dịch chứa 4 loại muối nào? Cách nhận biết từng dung dịch bằng phản ứng hoá học.

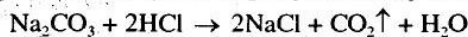
Phân tích và hướng dẫn giải

- + Có thể lập bảng hoặc lí luận dựa vào tính tan để rút ra các dung dịch đó là:

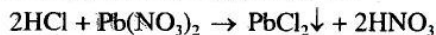


- + Nhận biết các dung dịch trên:

- Dùng dung dịch HCl nhận ra: Na_2CO_3 có khí bay lên:



- Dùng axit HCl nhận ra $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ có kết tủa:



- Dùng H_2SO_4 loãng nhận ra BaCl_2 có kết tủa:

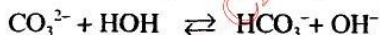
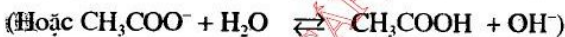
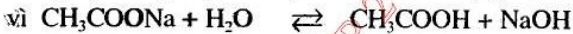


- Còn lại là MgSO_4 .

11. Có 5 lọ mất nhãn đựng 5 dung dịch sau: KNO_3 , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , CaCl_2 , CH_3COONa . Chỉ được dùng quỳ tím và chính các hoá chất trên, hãy nhận biết các dung dịch chứa trong các lọ đó.

Phân tích và hướng dẫn giải

- Dùng dung dịch Na_2CO_3 và CH_3COONa là cho quỳ tím hoá xanh (bazơ)

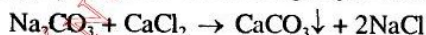


- Các dung dịch còn lại không làm đổi màu quỳ.

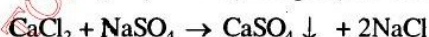
- Dùng 2 dung dịch trên cho vào các lọ còn lại thì:

+ Na_2CO_3 tạo ra được kết tủa, còn CH_3COONa không tạo kết tủa (nhận ra được các dung dịch này).

+ Dung dịch tạo kết tủa với Na_2CO_3 là CaCl_2 :



+ Dùng CaCl_2 nhận ra được Na_2SO_4 có kết tủa (hoặc dung dịch bị đục):

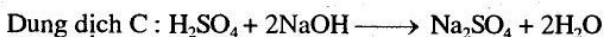


+ Còn lại là KNO_3 .

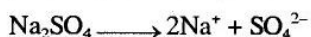
12. Chỉ được phép dùng dung dịch NaOH 0,1M và chất chỉ thị phenolphthalein, hãy phân biệt 3 dung dịch mất nhãn đựng trong ba lọ riêng biệt, gồm: ddA: H_2SO_4 0,1M; ddB: NaHSO_4 0,1M; ddC: H_2SO_4 0,1M + HCl 0,1M.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn**Phân tích và hướng dẫn giải**

Các dung dịch trên phản ứng với NaOH với mức độ khác nhau:



Khi kết thúc phản ứng thì thành phần chủ yếu của các dung dịch là:



$\Rightarrow$ pH của dung dịch vào khoảng 7,5.

Nếu lấy chính xác cùng 1 thể tích như nhau của các dung dịch phân tích, thêm vài giọt phenolphthalein rồi cho rất chậm dung dịch NaOH cho đến khi dung dịch chuyển sang màu hồng rất nhạt (pH : 8 — 9) thì có thể coi các phản ứng xảy ra hết. Thể tích của NaOH tiêu thụ trong 3 trường hợp sẽ là:

$$V_{\text{NaOH}}(\text{B}) < V_{\text{NaOH}}(\text{A}) < V_{\text{NaOH}}(\text{C}).$$

Như vậy căn cứ vào thể tích NaOH tiêu thụ cho phản ứng ta có thể nhận biết từng dung dịch trên.

13. Có 6 dung dịch riêng biệt đựng trong 6 lọ mất nhãn gồm: NH_4HCO_3 , KHSO_4 , NaOH , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, ZnCl_2 , MgSO_4 . Không dùng thêm thuốc thử nào khác, không đun nóng, hãy trình bày phương pháp phân biệt từng dung dịch. Viết các phương trình hóa học.

Phân tích và hướng dẫn giải

Cách nhận biết 6 dung dịch: cho các dung dịch vào các ống nghiệm rồi cho tác dụng từng cặp với nhau:

	NH_4HCO_3	KHSO_4	NaOH	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	ZnCl_2	MgSO_4
NH_4HCO_3		khí	khí, mùi			
KHSO_4	khí			kết tủa		
NaOH	khí, mùi				Kết tủa, tan	Kết tủa
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$		Kết tủa				Kết tủa
ZnCl_2			Kết tủa, tan			
MgSO_4			Kết tủa	Kết tủa		

Kết luận:

- + Lọ có 1 khí không màu, không mùi và 1 khí mùi khai là lọ NH_4HCO_3 ;
- + Lọ có 1 khí không mùi, 1 kết tủa là lọ KHSO_4 ;
- + Lọ có 1 khí mùi khai; 1 kết tủa và 1 kết tủa sau đó bị tan là lọ NaOH ;
- + Lọ có 2 kết tủa là lọ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$;

+ Lọ chỉ có 1 kết tủa, kết tủa này bị tan trong thuốc thử dư là lọ ZnCl_2 .

+ Lọ có 2 kết tủa là lọ MgSO_4 .

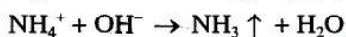
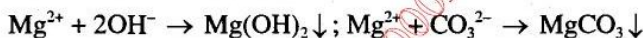
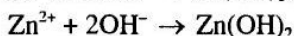
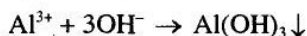
14. Cho các dung dịch sau: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$; ZnCl_2 ; Na_2CO_3 ; MgSO_4 ; NH_4NO_3 . Không dùng thêm thuốc thử hãy nêu cách nhận ra từng dung dịch, viết phương trình phản ứng dạng ion.

Phân tích và hướng dẫn giải

Lấy mỗi dung dịch một ít cho lần lượt vào các dung dịch còn lại hiện tượng được ghi trong bảng sau:

	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	ZnCl_2	Na_2CO_3	MgSO_4	NH_4NO_3
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	—	—	$\downarrow, \uparrow$	—	—
ZnCl_2	—	—	$\downarrow, \uparrow$	—	—
Na_2CO_3	$\downarrow, \uparrow$	$\downarrow, \uparrow$	—	$\downarrow$	$\uparrow$ (mùi khai)
MgSO_4	—	—	$\downarrow$	—	—
NH_4NO_3	—	—	$\uparrow$ (mùi khai)	—	—
Kết luận	$\downarrow, \uparrow$	$\downarrow, \uparrow$	$3\downarrow, \uparrow$	$\downarrow$	$\uparrow$

– Nếu dung dịch cho 3 trường hợp kết tủa và 1 trường hợp có khí mùi khai thoát ra dung dịch Na_2CO_3 ($\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$):

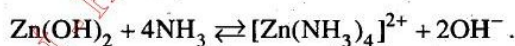


– Nếu dung dịch chỉ có 1 kết tủa là dung dịch MgSO_4 .

– Nếu dung dịch cho 1 trường hợp có khí mùi khai thoát ra là dung dịch NH_4NO_3 .

– Hai dung dịch còn lại có hiện tượng giống nhau là $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ và ZnCl_2 .

Dùng dung dịch NH_4NO_3 , nhận ra kết tủa $\text{Zn}(\text{OH})_2$: Kết tủa tan trong dung dịch $\text{NH}_4\text{NO}_3 \Rightarrow$ dung dịch tương ứng là ZnCl_2 , còn lại là dung dịch $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$:



15. Trong phòng thí nghiệm có các dung dịch bị mất nhãn: AlCl_3 , NaCl , KOH , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 . Dùng thêm một thuốc thử, hãy nhận biết mỗi dung dịch. Viết các phương trình phản ứng (nếu có).

Phân tích và hướng dẫn giải

Có thể dùng thêm phenolphthalein nhận biết các dung dịch.

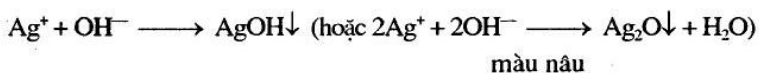
* Lần lượt nhỏ vài giọt phenolphthalein vào các mẫu thử:

– Mẫu nào xuất hiện màu hồng (đỏ tía). Mẫu đó chứa dung dịch KOH .

* Lần lượt cho dung dịch KOH vừa xác định vào các mẫu còn lại:

– Mẫu có kết tủa màu nâu. Mẫu đó chứa dung dịch AgNO_3 :

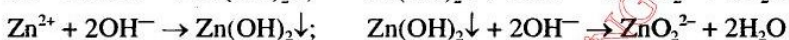
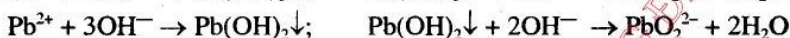
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn



– Mẫu có kết tủa trắng không tan. Mẫu đó chứa các dung dịch $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$:

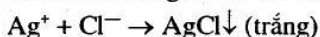


– Mẫu có kết tủa trắng, sau đó kết tủa bị tan. Các mẫu đó chứa các dung dịch AlCl_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$:



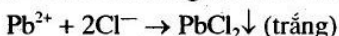
– Mẫu không có hiện tượng gì. Mẫu đó chứa các dung dịch NaCl .

* Cho dung dịch AgNO_3 vừa xác định vào các mẫu AlCl_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$.
Mẫu có kết tủa trắng. Mẫu đó chứa dung dịch AlCl_3 :



* Cho dung dịch NaCl vừa xác định vào các mẫu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$:

– Mẫu có kết tủa trắng. Mẫu đó chứa dung dịch $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$:



– Mẫu còn lại là dung dịch $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

16. Có 5 lọ mất nhãn, mỗi lọ đựng riêng rẽ một trong các dung dịch không màu sau: HCl , NaOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, MgCl_2 , MgSO_4 . Nếu chỉ dùng thêm dung dịch phenolphthalein làm thuốc thử, hãy trình bày chi tiết cách phân biệt 5 lọ trên (không trình bày ở dạng bảng hoặc sơ đồ) và viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra.

Phân tích và hướng dẫn giải

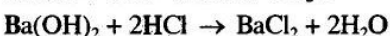
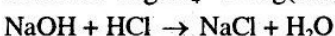
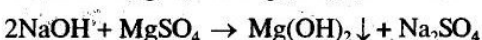
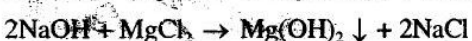
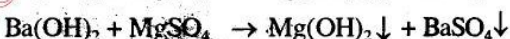
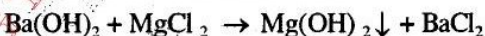
– Trích mỗi dung dịch một ít làm các mẫu thử.

– Cho phenolphthalein vào các mẫu thử đó:

+ Dung dịch màu hồng : NaOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (A)

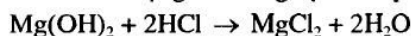
+ Dung dịch không màu : HCl , MgCl_2 , MgSO_4 (B)

– Cho A, B lần lượt tác dụng với nhau:



Không có hiện tượng gì (kết tủa) các chất ở B là HCl .

- Cho HCl dư tác dụng với dung dịch sau phản ứng trên:



Kết tủa không tan hết: $\text{BaSO}_4 \rightarrow$ nhận biết được Ba(OH)_2 , MgSO_4

$\Rightarrow$ (A) còn lại NaOH.

$\Rightarrow$ (B) còn lại MgCl_2 .

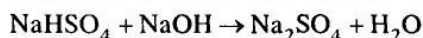
17. Có 5 lọ không nhãn, biết 4 lọ đựng các dung dịch sau có cùng nồng độ mol/lít: NaOH, NaCl, NaHSO_4 , BaCl_2 và 1 lọ đựng nước. Chỉ dùng thêm thuốc thử duy nhất là dung dịch phenolphthalein, hãy nêu cách nhận ra từng lọ.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Trích các mẫu thử với thể tích bằng nhau.

– Cho phenolphthalein vào các mẫu thử, mẫu xuất hiện màu hồng là NaOH (4 mẫu còn lại đều trong suốt không màu).

– Cho mẫu NaOH (có pha thêm vài giọt phenolphthalein) vào 4 mẫu thử còn lại, mẫu làm mất màu hồng của dung dịch NaOH là NaHSO_4 :



(phenolphthalein trong dung dịch muối Na_2SO_4 không có màu)

– Cho mẫu NaHSO_4 vào 3 mẫu còn lại, mẫu tạo ra kết tủa là BaCl_2 .



– Còn lại 2 mẫu còn lại, mẫu để lại chất rắn là NaCl, mẫu bị bay hơi hết là H_2O .

18. Có 4 bình mất nhãn, mỗi bình chứa một hỗn hợp dung dịch như sau: K_2CO_3 và Na_2CO_3 ; KHCO_3 và Na_2CO_3 ; KHCO_3 và Na_2SO_4 ; Na_2SO_4 và K_2SO_4 . Trình bày phương pháp hoá học để nhận biết 4 bình này mà chỉ dùng thêm dung dịch HCl và dung dịch $\text{Ba(NO}_3)_2$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Nhận biết các bình mất nhãn chứa các hỗn hợp dung dịch (K_2CO_3 và Na_2SO_4), (KHCO_3 và Na_2CO_3) (KHCO_3 và Na_2SO_4), (Na_2SO_4 và K_2SO_4) bằng phương pháp hoá học:

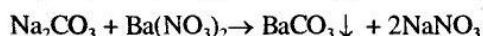
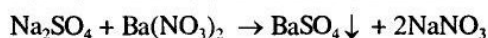
– Trích mỗi hỗn hợp dung dịch một ít làm mẫu thử.

– Cho dung dịch HCl lần lượt vào các mẫu thử.

– Mẫu thử không có hiện tượng sủi bọt là (Na_2SO_4 và K_2SO_4), các mẫu còn lại đều có khí bay ra:



– Cho dung dịch $\text{Ba(NO}_3)_2$ vào 3 mẫu thử còn lại thì đều tạo kết tủa trắng:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

– Lọc lấy kết tủa của từng mẫu cho tác dụng với dung dịch HCl:

* Kết tủa tan một phần là dung dịch ($K_2CO_3 + Na_2SO_4$)

* Kết tủa tan hết là ($KHCO_3 + Na_2CO_3$)

* Kết tủa không tan trong dung dịch HCl là ($KHCO_3 + Na_2SO_4$)

19. Không dùng thêm thuốc thử, hãy nhận biết 4 dung dịch riêng biệt sau: NaCl, NaOH, HCl, phenolphthalein.

Phân tích và hướng dẫn giải

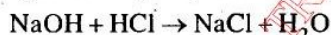
Lấy mỗi chất một lượng nhỏ làm mẫu thử:

– Cho các mẫu thử tác dụng với nhau ta sẽ được 2 nhóm:

+ Nhóm 1: Tạo màu hồng là (NaOH và phenolphthalein)

+ Nhóm 2 là HCl và NaCl.

– Chia dung dịch màu hồng ra 2 ống nghiệm: Cho từng chất ở nhóm 2 tác dụng với dung dịch màu hồng. Nếu thấy nhạt màu dần thì mẫu cho vào là HCl, còn lại là NaCl:



– Cho dung dịch HCl đã nhận biết được vào dung dịch màu hồng, đến khi mất màu thì hỗn hợp (X) thu được gồm: NaCl, phenolphthalein, HCl dư.

– Chia X làm 2 phần. Ta lại đổ đến dư 2 mẫu còn lại (NaOH, phenolphthalein) vào X, nếu thấy xuất hiện màu hồng trở lại thì đó là NaOH, còn lại là phenolphthalein.

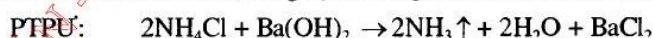
20. Cho các lọ chứa các dung dịch (riêng biệt): NH_4Cl ; $Zn(NO_3)_2$; $(NH_4)_2SO_4$; NaCl; phenolphthalein, Na_2SO_4 , HCl bị mất nhãn. Chỉ dùng thêm dung dịch $Ba(OH)_2$ làm thuốc thử có thể nhận biết được bao nhiêu chất trong số các chất đã cho? Viết các phương trình phản ứng hóa học minh họa.

Phân tích và hướng dẫn giải

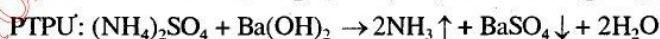
– Trích các mẫu thử.

– Cho $Ba(OH)_2$ vào lần lượt các mẫu thử:

+ Lọ có khí mùi khai thoát ra, dung dịch không xuất hiện kết tủa ta nhận ra NH_4Cl :



+ Lọ có khí mùi khai thoát ra, dung dịch xuất hiện kết tủa trắng là lọ $(NH_4)_2SO_4$:

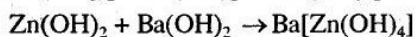


+ Lọ có kết tủa trắng, trong dung dịch không có khí bay lên là lọ Na_2SO_4 :



+ Lọ chuyển sang màu hồng là lọ chứa phenolphthalein.

+ Lọ xuất hiện kết tủa, sau đó kết tủa tan dần là lọ $Zn(NO_3)_2$:



+ 2 lọ còn lại chưa nhận ra được là HCl và NaCl.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

- + Ống thử tạo kết tủa $\Rightarrow$ ống thử chứa AgNO_3 và KNO_3
- + Ống thử không có hiện tượng gì $\Rightarrow$ ống thử chứa BaCl_2 và MgBr_2
- Phương trình phản ứng:

$$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$$

$$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 + 3\text{HCl} \rightarrow 3\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_3\text{PO}_4$$

$$2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{NaCl}$$
- Như vậy, ta đã nhận biết được 3 dung dịch trên.

23. Có 4 mẫu phân bón hóa học không nhãn: Phân kali (KCl), phân đạm (NH_4NO_3), phân lân ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), phân ure ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$). Ở nông thôn chỉ có nước và vôi sống, ta có thể nhận biết được 4 mẫu phân đó hay không? Nếu được hãy trình bày phương pháp nhận biết và viết PTHH cho cách nhận biết đó. (Biết rằng phân ure trong đất được chuyển hóa thành amoni cacbonat, là nguồn cung cấp dinh dưỡng cho sự phát triển cây trồng).

Phân tích và hướng dẫn giải

Có thể nhận biết được 4 mẫu phân bón hóa học đó chỉ dùng vôi sống và H_2O .

Phương pháp nhận biết:

- Điều chế $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bằng cách cho vôi sống vào nước:

$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$$
- Lần lượt hòa tan các mẫu phân bón vào nước, rồi cho $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào:

Hiện tượng:

 - + Xuất hiện $\downarrow$ trắng là: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

$$\text{PTPƯ: } \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$$
 - + Có khí mùi khai thoát ra là: NH_4NO_3

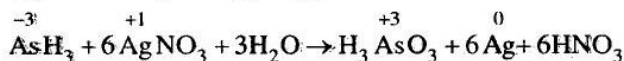
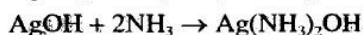
$$\text{PTPƯ: } \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$
 - + Vừa có kết tủa trắng, vừa có khí mùi khai thoát ra thì: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

$$\text{PTPƯ: } \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$
 - + Còn lại là: KCl (không có các hiện tượng trên).

Chuyên đề 19. GIẢI THÍCH HIỆN TƯỢNG

A. LÝ THUYẾT



B. CÁC BÀI TẬP MẪU

I. Có các phân tử XH_3 :

a. Hãy cho biết dạng hình học của các phân tử PH_3 và AsH_3 .

b. So sánh góc liên kết HXH giữa hai phân tử trên và giải thích.

c. Những phân tử nào sau đây là phân tử phân cực? Giải thích ngắn gọn:

BF_3 , NH_3 , SO_3 , PF_3 .

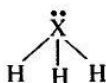
Phân tích và hướng dẫn giải

a) Cấu hình electron nguyên tử: P: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$;

As: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^{10} 4s^2 4p^3$

P và As đều có 5 electron hóa trị và có 3 electron độc thân.

Trong phân tử XH_3 :

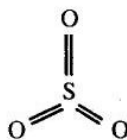
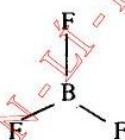


X ở trạng thái lai hóa sp^3

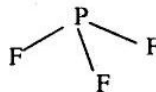
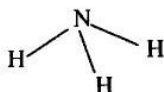
XH_3 hình tháp tam giác.

b) Góc $\text{HPH} >$ góc HASH , vì độ âm điện của nguyên tử trung tâm P lớn hơn so với As nên các cặp electron liên kết P-H gần nhau hơn so với liên kết As - H nên lực đẩy mạnh hơn.

c) Các phân tử không phân cực (phân tử đối xứng):



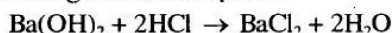
Các phân tử phân cực:



Do hai phân tử này có cấu tạo bất đối xứng và các liên kết phân cực nên phân tử phân cực.

- Lấy một ít Ba(OH)_2 + phenolphthalein để làm thuốc thử nhận biết 2 dung dịch còn lại. Sau đó nhỏ từ từ dung dịch HCl và NaCl vào 2 ống nghiệm riêng biệt chứa thuốc thử trên:

+ Lọ mất màu hồng dần dần là lọ HCl:



+ Lọ màu hồng không bị mất là lọ NaCl.

21. Có 4 ống nghiệm, mỗi ống chứa 1 dung dịch muối (không trùng kim loại cũng như gốc axit) là: Clorua, sunfat, nitrat, cacbonat của các kim loại Ba, Mg, K, Ag.

a) Hỏi mỗi ống nghiệm chứa dung dịch muối nào ?

b) Nêu phương pháp hoá học phân biệt 4 ống nghiệm đó.

Phân tích và hướng dẫn giải

Theo tính tan thì 4 dung dịch muối đó là: BaCl_2 , MgSO_4 , K_2CO_3 và AgNO_3 vì:

- Gốc = CO_3 đều tạo ↓ với Ba, Mg, Ag → dung dịch K_2CO_3 .

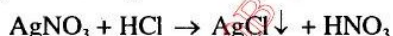
- Ag đều tạo ↓ với gốc — Cl và = SO_4 → dung dịch AgNO_3 .

- Ba tạo ↓ với gốc = SO_4 → dung dịch BaCl_2 .

* Phân biệt:

* Dùng dung dịch HCl:

- Nhận ra AgNO_3 do ↓ trắng:



- Nhận ra K_2CO_3 do sủi bọt khí:



* Dùng dung dịch Na_2SO_4 :

- Nhận ra BaCl_2 do ↓ trắng:



- Nhận ra MgSO_4 không hiện tượng.

22. Ba dung dịch, mỗi dung dịch chứa hai trong số các chất sau: $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, Na_2CO_3 , AgNO_3 , KNO_3 , BaCl_2 , MgBr_2 . Hai chất trong mỗi dung dịch là những chất nào? Tại sao? Phân biệt ba dung dịch bằng phương pháp hoá học.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các chất: $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, Na_2CO_3 , AgNO_3 , KNO_3 , BaCl_2 , MgBr_2 .

*) Hai chất trong 1 dung dịch là: $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ và Na_2CO_3 , AgNO_3 và KNO_3 , BaCl_2 và MgBr_2 .

*) Giải thích: Vì 2 chất trên khi ở trong cùng một dung dịch sẽ không tạo kết tủa hay tạo khí bay lên (không phản ứng được với nhau).

*) Phân biệt:

- Trích mỗi chất ra ống thử rồi đánh dấu.

- Cho HCl lần lượt vào 3 ống thử. Các hiện tượng xảy ra.

+ Ống thử có khí bay lên $\Rightarrow$ ống thử chứa $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ và Na_2CO_3 .

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

2. a) Giải thích vì sao đơn chất P hoạt động mạnh hơn đơn chất N_2 ? Vì sao photpho trắng hoạt động mạnh hơn photpho đỏ?
 b) Tại sao ở nhiệt độ thường lưu huỳnh có tính trơ về phương diện hóa học nhưng khi đun nóng tỏ ra khá hoạt động?

Phân tích và hướng dẫn giải

- a) – Đơn chất P hoạt động mạnh hơn đơn chất N_2 vì liên kết giữa các nguyên tử photpho (liên kết đơn) kém bền hơn liên kết ba $N \equiv N$.
 – Photpho trắng hoạt động mạnh hơn P đỏ vì trong mạng lưới tinh thể photpho trắng mỗi liên kết giữa các phân tử P_4 ở các nút lưới là liên kết Vanderwaals rất yếu và liên kết giữa các nguyên tử P trong phân tử P_4 kém bền (do phân tử có sức căng, uốn góc từ 90° xuống 60°), trong khi đó photpho đỏ có cấu tạo phân tử dạng polime rất bền.
 b) Độ âm điện của lưu huỳnh là 2,5 nên lưu huỳnh là nguyên tố hoạt động nhưng ở điều kiện thường lại tỏ ra trơ vì phân tử ở dạng mạch vòng khép kín S_8 tương đối bền.

3. Giải thích vì sao ở điều kiện thường nitơ tồn tại dạng phân tử N_2 , không ở dạng N_4 . Trong khi đó photpho lại tồn tại ở dạng P_4 chứ không phải P_2 . Biết năng lượng liên kết $E_{P-P} = 485 \text{ kJ/mol}$; $E_{P-P} = 213 \text{ kJ/mol}$; $E_{N=N} = 946 \text{ kJ/mol}$; $E_{N-N} = 159 \text{ kJ/mol}$.

Phân tích và hướng dẫn giải

Cấu trúc phân tử N_4 ; P_4 :



Ta có: $4N \rightarrow N_4$; $\Delta H_1 = -6 \cdot 159 = -954 \text{ (kJ/mol)}$

$4N \rightarrow 2N_2$; $(N \equiv N)$; $\Delta H_2 = -2 \cdot 946 = -1892 \text{ (kJ/mol)}$

Vậy sự hình thành phân tử N_2 giải phóng năng lượng lớn hơn năng lượng hình thành $N_4 \Rightarrow$ tồn tại N_2 .

$4P \rightarrow P_4$; $\Delta H_1 = -6 \cdot 213 = -1278 \text{ (kJ/mol)}$

$4P \rightarrow 2P_2$; $(P \equiv P)$; $\Delta H_2 = -2 \cdot 485 = -970 \text{ (kJ/mol)}$

Vậy sự hình thành phân tử P_4 giải phóng năng lượng lớn hơn năng lượng hình thành $P_2 \Rightarrow$ tồn tại P_4 .

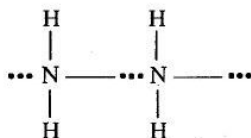
4. Xét hợp chất với hiđro của các nguyên tố nhóm VA. Góc liên kết HXH (X là kí hiệu nguyên tố nhóm VA) và nhiệt độ sôi được cho trong bảng dưới đây:

Đặc điểm:	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3
Góc:	107°	93°	92°	91°
Nhiệt độ sôi ($^\circ C$):	-33,0	-87,7	-62,0	-18,0

So sánh và giải thích sự khác biệt giá trị góc liên kết và nhiệt độ sôi của các chất này.

Phân tích và hướng dẫn giải

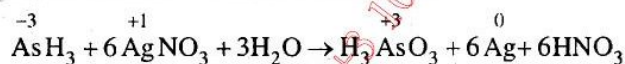
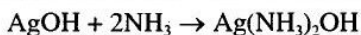
Từ N đến Sb: bán kính nguyên tử tăng dần, đặc trưng lai hóa sp^3 của nguyên tử X trong phân tử XH_3 giảm dần, nên góc liên kết trở về gần với góc giữa hai obitan p thuần khiết. (Cũng có thể giải thích là từ Sb đến N độ âm điện của nguyên tử trung tâm tăng dần, bán kính nguyên tử giảm dần, làm khoảng cách giữa các cặp electron liên kết giảm, lực đẩy giữa chúng tăng, nên góc liên kết tăng). NH_3 tạo được liên kết hydro liên phân tử, còn PH_3 thì không, do vậy từ NH_3 đến PH_3 nhiệt độ sôi giảm. Từ PH_3 đến SbH_3 nhiệt độ sôi tăng do phân tử khối tăng.



5. Khi cho NH_3 vào dung dịch $AgNO_3$ thì thấy có vẩn đục màu trắng tan lại ngay trong NH_3 dư, nhưng khi thêm AsH_3 vào dung dịch $AgNO_3$ thì lại thấy xuất hiện kết tủa Ag và dung dịch thu được có chứa axit asenơ. Viết phương trình phản ứng và giải thích tại sao có sự khác biệt này.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:



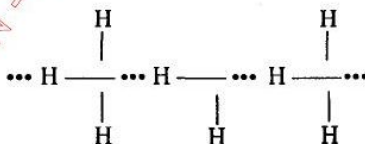
NH_3 có tính bazơ mạnh hơn AsH_3 , nhưng ngược lại AsH_3 có tính khử mạnh hơn NH_3 .

6. So sánh (có giải thích) tính tan trong nước, tính bazơ và tính khử của hai hợp chất với hidro là amoniac (NH_3) và photphin (PH_3).

Phân tích và hướng dẫn giải

* Tính tan:

NH_3 tan tốt hơn PH_3 trong nước, do phân tử phân cực hơn và có khả năng tạo liên kết hydro với nước:



* Tính bazơ:

NH_3 có tính bazơ mạnh hơn PH_3 do liên kết N – H phân cực mạnh hơn liên kết P – H, làm cho nguyên tử N trong phân tử NH_3 giàu electron hơn, dễ dàng nhận proton hơn (một nguyên nhân nữa giải thích cho điều này là ion NH_4^+ bền hơn PH_4^+).

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

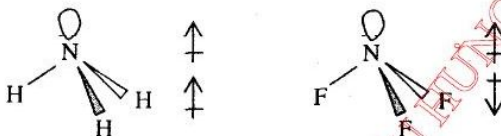
* Tính khử:

PH_3 có tính khử mạnh hơn nhiều so với NH_3 , do nguyên tử P là một phi kim có độ âm điện nhỏ và phân tử PH_3 kém bền hơn NH_3 .

7. Hãy so sánh và giải thích sự khác nhau về độ phân cực phân tử, nhiệt độ sôi và độ mạnh tính bazơ giữa NH_3 và NF_3 .

Phân tích và hướng dẫn giải

Cấu tạo:



– NH_3 phân cực hơn NF_3 do trong NH_3 lưỡng cực liên kết và lưỡng cực electron tự do cùng chiều, còn trong NF_3 lưỡng cực liên kết và lưỡng cực electron tự do ngược chiều.

– Nhiệt độ sôi của NH_3 cao hơn do NH_3 tạo được liên kết hiđro liên phân tử.

– NH_3 là một bazơ, còn NF_3 thì không, do trong NF_3 các nguyên tử F hút electron làm giảm mật độ electron trên nguyên tử N.

8. X là nguyên tố thuộc nhóm A, hợp chất với hiđro có dạng XH_3 . Electron cuối cùng trên nguyên tử X có tổng 4 số lượng tử bằng 4,5. Ở điều kiện thường XH_3 là một chất khí. Viết công thức cấu tạo, dự đoán trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm trong phân tử XH_3 , trong oxit và hiđroxit ứng với hóa trị cao nhất của X.

Phân tích và hướng dẫn giải

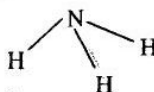
Vì X thuộc nhóm A, hợp chất với hiđro có dạng XH_3 nên là nhóm VA (ns^2np^3).

Vậy: $m_s = +1/2$; $l = 1$; $m = +1 \Rightarrow n = 4,5 - 2,5 = 2$.

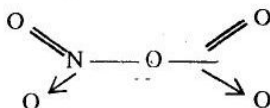
Vậy X là nitơ ($1s^2 2s^2 2p^3$).

Công thức cấu tạo các hợp chất và dự đoán trạng thái lai hóa của nguyên tử trung tâm:

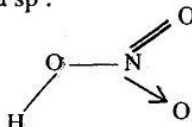
NH_3 : N có trạng thái lai hóa sp^3 .



N_2O_5 : N có trạng thái lai hóa sp^2 .



HNO_3 : N có trạng thái lai hóa sp^2 .



9. – Vì sao 2 phân tử NO_2 có thể kết hợp với nhau để tạo thành phân tử N_2O_4 ?

– Cho cân bằng: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$

(khí màu nâu) (khí không màu)

Khi ngâm bình chứa NO_2 vào nước đá, thấy màu nâu của bình nhạt dần. Hãy cho biết phản ứng thuận là phản ứng tỏa nhiệt hay thu nhiệt? Giải thích?

Phân tích và hướng dẫn giải

– Sơ đồ chuyển hóa:



– Trên nguyên tử N (NO_2) vẫn còn 1 electron độc thân nên hai phân tử NO_2 có xu hướng góp chung hai electron này tạo ra liên kết N — N.

– Khi ngâm vào nước đá (giảm nhiệt độ) thì cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận, theo nguyên lý Le Chatelier chiều này là chiều tỏa nhiệt. Vậy chiều thuận là chiều tỏa nhiệt.

10. Hãy so sánh và giải thích sự khác nhau về nhiệt độ sôi, độ mạnh tính bazơ, khả năng thể hiện tính khử và tham gia phản ứng cộng của NH_3 và NF_3 .

Phân tích và hướng dẫn giải

– Nhiệt độ sôi của NH_3 cao hơn NF_3 do NH_3 tạo được liên kết hydro liên phân tử.

– NH_3 là một bazơ còn NF_3 thì không, do trong NF_3 các nguyên tử F hút electron làm giảm mật độ electron trên nguyên tử N.

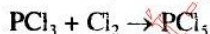
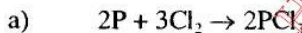
– Trong điều kiện thường NF_3 không có khả năng thể hiện tính khử và tham gia phản ứng cộng như NH_3 vì N trong NF_3 có số oxi hóa +3 và đôi electron chưa chia lệch nhiều về phía F.

11. a) Photpho tác dụng với clo tạo thành PCl_3 và PCl_5 .

Nitơ có tạo thành hợp chất tương tự không? Vì sao?

b) Viết phương trình phản ứng khi cho PCl_3 và PCl_5 tác dụng với nước.

Phân tích và hướng dẫn giải



Nitơ chỉ tạo NCl_3 (rất không bền, dễ nổ), không có hợp chất NCl_5 .

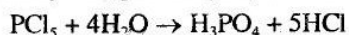
Vì: Cấu tạo nguyên tử của N: $1s^2 2s^2 2p^3$

N chỉ có 4 obitan hoá trị (1 obitan s, 3 obitan p), nên cộng hoá trị tối đa là 4.

P có thể tạo thành 5 liên kết cộng hoá trị trong PCl_5 vì:

P: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^0$

P có thể sử dụng cả obitan d để tạo liên kết hoá học.



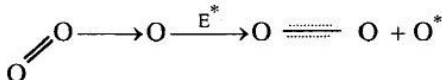
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

12. Hãy giải thích:

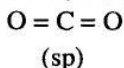
- 1/ Vì sao O_3 hoạt động hoá học hơn O_2 .
- 2/ Phân tử CO_2 là chất khí còn SiO_2 là phân tử khổng lồ.
- 3/ CO và N_2 có tính chất vật lí gần giống nhau nhưng lại có tính chất hoá học khác nhau?
- 4/ $SiCl_4$ lại dễ bị thủy phân còn CCl_4 lại không bị thủy phân?

Phân tích và hướng dẫn giải

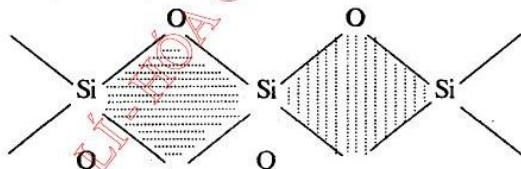
- 1/ – Phân tử oxi không phân cực, độ bội liên kết giữa 2 nguyên tố lớn nên chúng khó phân li thành nguyên tử do vậy mà hoạt động kém.
- Phân tử O_3 phân cực, độ bội liên kết giữa 2 nguyên tử O bé, khả năng tách thành nguyên tử O^* dễ dàng hơn, do đó O_3 hoạt động mạnh hơn.



- 2/ – Phân tử CO_2 : C có bán kính nguyên tử bé, khả năng tạo liên kết bội $p_\pi - p$ bền vững phân tử tồn tại dạng thẳng:



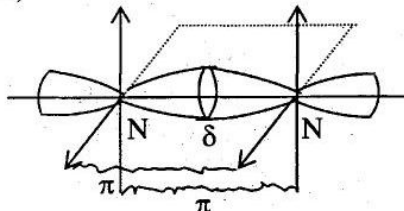
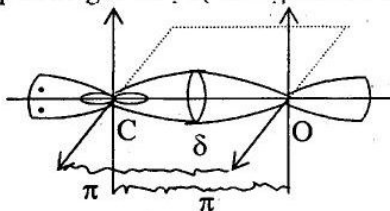
- Phân tử SiO_2 : Si có bán kính nguyên tử lớn hơn, khả năng hình thành liên kết π kém vì khi hình thành liên kết có xuất hiện lực đẩy mạnh giữa các nguyên tử Si do các lớp vỏ đầy electron bên trong gây ra. Vì vậy SiO_2 là phân tử polime khổng lồ. Ở đó, mỗi nguyên tử Si tạo 4 liên kết đơn với 4 nguyên tử O hình thành nên các tứ diện SiO_4 .



- 3/ – CO và N_2 là những phân tử đẳng electron và đẳng khối lượng nên tạo ra tính chất vật lí tương tự nhau.

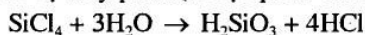
– Phân tử N_2 : N có cặp electron chưa chia nằm trên AO_{2s} (năng lượng thấp), không thuận lợi cho quá trình tạo liên kết.

– Phân tử CO : C có cặp electron chưa chia nên trên AO_{sp} (năng lượng cao) thuận lợi cho quá trình hình thành liên kết cho nhận nên CO dễ tạo phức và tham gia phản ứng hoá học (cho cặp electron tự do).



4/ – Phân tử CCl_4 đã có đầy đủ electron nên có tính trung hoà và trơ.

– Phân tử SiCl_4 : còn AO_{3d} nên nguyên tử Si trống có thể nhận electron, thể hiện tính axit do vậy SiCl_4 dễ bị thủy phân (để tạo phức chất hoạt động):



13. Cho các chất BF_3 , CF_4 , NH_3

a. Viết công thức Lewis và cho biết dạng hình học của các phân tử trên.

b. Các chất trên, chất nào đóng vai trò là axit, bazơ theo Lewis?

Phân tích và hướng dẫn giải

a. + BF_3 : B lai hoá sp^2 , phân tử có cấu trúc tam giác đều.

+ CF_4 : C lai hoá sp^3 , phân tử có cấu trúc tứ diện đều.

+ NH_3 : N lai hoá sp^3 , phân tử có cấu trúc hình tháp (chóp tam giác).

b. – BF_3 đóng vai trò axit Lewis do F có độ âm điện lớn nên cặp electron cho nhận dễ bị phá vỡ giải phóng obitan trống trên nguyên tử để nhận cặp electron của bazơ Lewis.

– NH_3 còn cặp electron không liên kết trên nguyên tử N để nhường cho nên NH_3 là một bazơ Lewis.

14. Bố trí 3 bộ dụng cụ thí nghiệm như hình vẽ rồi lần lượt đổ vào mỗi bình 100 ml dung dịch khác nhau:

Bình 1: là dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,01M

Bình 2: là dung dịch CH_3COOH 0,01M

Bình 3: là dung dịch KOH 0,01M

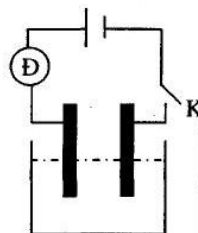
Hãy so sánh độ sáng của đèn Đ ở mỗi bình trong các thí nghiệm sau (sáng, sáng mờ hay không sáng...)

và giải thích các hiện tượng xảy ra:

Thí nghiệm 1: Đóng khoá K.

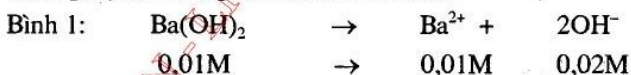
Thí nghiệm 2: Đổ tiếp vào mỗi bình 100 ml dung dịch MgSO_4 0,01M rồi đóng khoá K.

Thí nghiệm 3: Đóng khoá K, sau đó dẫn CO_2 từ từ cho đến dư vào bình (chỉ áp dụng với bình 1).



Phân tích và hướng dẫn giải

Thí nghiệm 1: đóng khoá K ở mỗi bình:



Vậy tổng nồng độ các ion trong bình 1 là 0,03M



Do CH_3COOH là chất điện li yếu nên nồng độ các ion phân li ra không đáng kể



Vậy tổng nồng độ các ion trong bình 3 là 0,02M

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

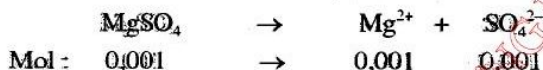
Kết luận :

Bóng đèn ở bình 1 sáng nhất do có tổng nồng độ ion lớn nhất nên khả năng dẫn điện tốt nhất.

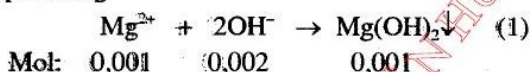
Bóng đèn ở bình 3 mờ nhất do có tổng nồng độ ion nhỏ nhất nên khả năng dẫn điện kém nhất.

Bóng đèn ở bình 2 sáng do KOH là chất điện li mạnh nên khả năng dẫn điện tốt

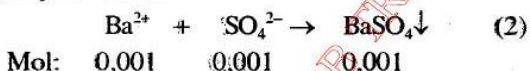
Thí nghiệm 2: Đổ tiếp vào mỗi bình 100 ml dung dịch MgSO_4 0,01M rồi đóng khoá K:



Bình 1: có phản ứng



Phản ứng (1) xảy ra vừa đủ.



Phản ứng (2) xảy ra vừa đủ.

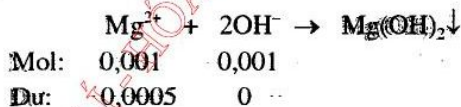
Vậy trong bình 1, tổng nồng độ ion = 0 đèn không sáng.

Bình 2: chỉ có quá trình điện li: $\text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

Tổng nồng độ ion trong bình 2 là $\frac{0,001 + 0,001}{0,2} = 0,01\text{M}$

(coi lượng ion do CH_3COOH không đáng kể) $\rightarrow$ Đèn sáng.

Bình 3:

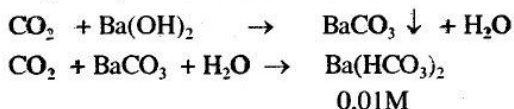


Vậy bình 3 có 0,0005 mol Mg^{2+} , 0,001 mol SO_4^{2-} , 0,001 mol K^+

Tổng nồng độ ion trong bình 3 là $\frac{0,0005 + 0,001 + 0,001}{0,2} = 0,0125\text{M}$

Do có tổng nồng độ ion lớn nhất nên khả năng dẫn điện của bình 3 tốt nhất, đèn sáng nhất.

Thí nghiệm 3: sục CO_2 từ từ đến dư vào bình 1:



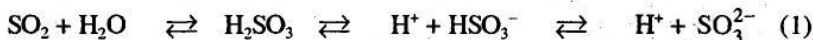
Hiện tượng: đèn tối dần rồi tắt. Sau đó bóng đèn lại sáng dần lên.

15. So sánh độ tan của SO_2 trong dung dịch nước có cùng nồng độ của các chất: KCl ; HCl ; NH_4NO_3 ; K_2S . Giải thích nguyên nhân.

Phân tích và hướng dẫn giải

So sánh độ tan của SO_2 trong dung dịch nước có cùng nồng độ của các chất: KCl , HCl , NH_4NO_3 , K_2S .

Trong nước, SO_2 tan và tạo ra các cân bằng:



* Trong đó dung dịch KCl có sự điện li:



Do dung dịch KCl là trung tính $\Rightarrow$ cân bằng (1) không bị chuyển dịch.

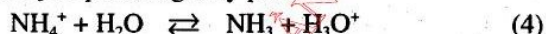
* Trong đó dung dịch HCl : Có sự điện li:



(3)

Do môi trường là axit $\Rightarrow$ cân bằng (1) chuyển dịch về bên trái $\Rightarrow$ lượng SO_2 tan trong dung dịch kém hơn trong KCl .

* Trong dung dịch NH_4NO_3 có phản ứng thủy phân:



Dung dịch NH_4NO_3 có môi trường là axit, nên cân bằng (1) cũng chuyển dịch về bên trái $\Rightarrow$ Độ tan của SO_2 kém hơn độ tan của SO_2 trong KCl . Tuy nhiên do $[\text{H}_3\text{O}^+]$ trong cân bằng (4) kém $[\text{H}^+]$ ở (3) $\Rightarrow$ độ tan SO_2 trong NH_4NO_3 lớn hơn trong HCl .

* Trong dung dịch K_2S có phản ứng thủy phân tạo môi trường kiềm:



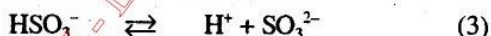
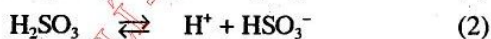
Do môi trường có $\text{OH}^- \Rightarrow$ Cân bằng (1) chuyển dịch về phía phải

$\Rightarrow$ Lượng SO_2 phản ứng và tan vào dung dịch nhiều hơn.

Tóm lại độ tan của SO_2 tăng dần theo thứ tự các dung dịch sau:

Trong $\text{HCl} < \text{trong } \text{NH}_4\text{NO}_3 < \text{trong } \text{KCl} < \text{trong } \text{K}_2\text{S}$

16. Hoà tan khí SO_2 vào H_2O có các cân bằng sau:



Nồng độ SO_2 thay đổi như thế nào (giải thích) khi lần lượt tác động những yếu tố sau:

a. Đun nóng dung dịch.

b. Thêm dung dịch HCl .

c. Thêm dung dịch NaOH .

d. Thêm dung dịch KMnO_4 .

Phân tích và hướng dẫn giải

a) Đun nóng dung dịch: SO_2 thoát khỏi dung dịch $\rightarrow [\text{SO}_2]$ trong dung dịch giảm.

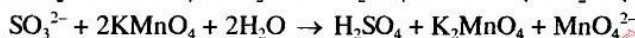
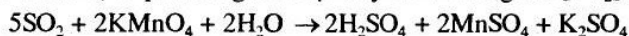
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

b) Thêm dung dịch HCl: Cân bằng (2), (3) chuyển sang trái → Cân bằng (1) chuyển sang trái → $[H_2SO_3]$ giảm → $[SO_2]$ tăng.

c) Thêm NaOH: $NaOH + SO_2 \rightarrow NaHSO_3$
 $2NaOH + SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

Cân bằng (2), (3) chuyển sang phải → cân bằng (1) chuyển sang phải → $[SO_2]$ giảm.

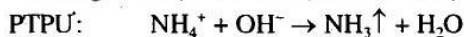
d) Thêm $KMnO_4$ có phản ứng hoá học xảy ra → làm giảm $[SO_2]$.



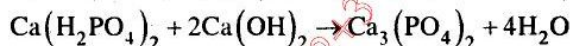
17. Có người cho rằng: “Không nên trộn với đạm để bón ruộng, còn nếu trộn supephotphat với vôi thì hiệu quả sử dụng sẽ cao hơn. Phân lân nung chảy thích hợp cho mọi loại ruộng, nhất là những chân ruộng có độ pH cao”. Ý kiến trên đúng hay sai? Tại sao?

Phân tích và hướng dẫn giải

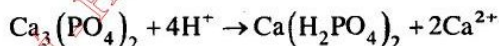
– Không nên trộn với đạm để bón ruộng – Đúng. Vì:



– Trộn supephotphat với vôi để bón thì hiệu quả sẽ cao hơn. Sai. Vì, thành phần chính của supephotphat là $Ca(H_2PO_4)_2$, nếu trộn với vôi sẽ tạo ra muối trung hòa khó tan trong nước, cây không đồng hóa được



– Phân lân nung chảy thích hợp cho mọi loại ruộng, nhất là những chân ruộng có độ pH cao. Sai. Vì: Phân lân nung chảy có thành phần chính là $Ca_3(PO_4)_2$ không tan → Chỉ thích hợp với các chân ruộng chua (pH thấp) hoặc những loại cây có tiết ra axit. Vì lúc này có phản ứng chuyển muối trung tính thành muối axit dễ tan.



18. So sánh và giải thích khả năng tạo thành liên kết π của C và Si.

Phân tích và hướng dẫn giải

C và Si cùng nằm trong nhóm IVA (hay nhóm 14 trong bảng tuần hoàn dạng dài) nên có nhiều sự tương đồng về tính chất hoá học. Tuy nhiên, hai nguyên tố này thể hiện khả năng tạo thành liên kết π khác nhau trong sự tạo thành liên kết của các đơn chất và hợp chất.

– Ở dạng đơn chất: Cacbon tồn tại dưới dạng kim cương (chỉ có liên kết đơn C – C) và graphit, cacbin || (ngoài liên kết đơn còn có liên kết bội C = C và C $\equiv$ C), nghĩa là tạo thành cả liên kết σ và liên kết π . Silic chỉ có dạng thù hình giống kim cương, nghĩa là chỉ tạo thành liên kết σ .

– Ở dạng hợp chất: Trong một số hợp chất cùng loại, điển hình là các oxit: Cacbon tạo thành CO và CO₂ mà phân tử của chúng đều có liên kết π , trong khi silic không tạo thành SiO, còn trong SiO₂ chỉ tồn tại các liên kết đơn Si – O.

Giải thích:

Liên kết π được tạo thành do sự xen phủ của các obitan p. Nguyên tử cacbon (chu kỳ 2) có bán kính nhỏ hơn nguyên tử silic (chu kỳ 3) nên mật độ electron trên các obitan của nguyên tử C cao hơn mật độ electron trên các obitan tương ứng của nguyên tử Si. Khi kích thước của các obitan bé hơn và mật độ electron lớn hơn thì sự xen phủ của các obitan hiệu quả hơn, độ bền của liên kết cao hơn. Do đó, cacbon có thể tạo thành liên kết π cả ở dạng đơn chất và hợp chất, trong khi silic hầu như không có khả năng này.

C. CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP

19. Dựa vào cấu trúc tinh thể hãy giải thích vì sao kim cương lại rất cứng và không dẫn điện, còn than chì lại mềm và dẫn điện.

Phân tích và hướng dẫn giải

- Kim cương có cấu trúc tinh thể nguyên tử, trong đó mỗi nguyên tử C đều liên kết với 4 nguyên tử C khác bằng 4 liên kết cộng hóa trị nên kim cương rất cứng và không dẫn điện.
 - Tinh thể than chì có cấu trúc lớp, trong một lớp, mỗi nguyên tử C liên kết với 3 nguyên tử C khác. Các lớp than chì liên kết với nhau bằng lực tương tác yếu rất dễ tách ra khỏi nhau vì vậy than chì mềm.
 - Vì trong một lớp than chì có hệ liên kết $\pi - \pi$, các electron giải tỏa trên hệ liên hợp chuyển động được tự do nên than chì dẫn điện.
20. a. Nguyên tử nguyên tố X có tổng số hạt electron, neutron, proton là 92. Trong đó, số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 24. Viết cấu hình electron của X và các ion đơn nguyên tử tương ứng của X. Giải thích tại sao ion X^{2+} có khả năng tạo phức với NH_3 . Viết công thức ion phức của X^{2+} với NH_3 .
- b. Giải thích tại sao có CO_3^{2-} mà không có CO_4^{2-} , trong khi đó lại có SO_3^{2-} , SO_4^{2-} .

Phân tích và hướng dẫn giải

- a. *) Gọi số tổng số hạt p, n, e tương ứng của X là Z; N; E.

$$\begin{cases} 2Z + N = 92 \\ 2Z - N = 24 \end{cases} \Rightarrow E = Z = 29; N = 34 \Rightarrow \text{là đồng vị } {}^{63}_{29}\text{Cu}$$

Cấu hình electron của Cu: $[Ar] 3d^{10} 4s^1$

hoặc $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$; $Cu^+ : [Ar] 3d^{10}$; $Cu^{2+} : [Ar] 3d^9$

- *) Cu^{2+} có khả năng tạo phức với NH_3 :

Do có nhiều obitan hóa trị, trong đó có obitan trống

$\Rightarrow Cu^{2+}$ có khả năng tạo liên kết cho – nhận với cặp electron của NH_3

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

$\Rightarrow$ Công thức $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

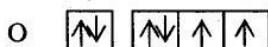
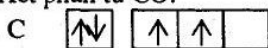
- b) – Trong ion CO_3^{2-} nguyên tử C không còn electron chưa tạo liên kết nên không thể tạo liên kết thêm với nguyên tử oxi thứ 3.
 – Trong ion SO_3^{2-} nguyên tử S còn 1 cặp electron chưa tạo liên kết nên có thể tạo liên kết thêm với nguyên tử oxi thứ 4.

21. Giải thích:

- a) Trong phân tử CO, độ âm điện của O và C chênh lệch nhau nhiều nhưng phân tử lại gần như không phân cực.
 b) Phân tử NO_2 có khuynh hướng dimer hóa dễ dàng ngay ở nhiệt độ thấp.

Phân tích và hướng dẫn giải

- a) Xét phân tử CO:



Nguyên tử O và C liên kết nhau bằng 1 liên kết σ và 1 liên kết π từ 2 e độc thân của mỗi nguyên tử. O và C tạo 1 liên kết phối trí từ cặp electron ghép đôi của O đến AO trống của C. Do đó, 1 phần điện tích âm trên O bị đẩy về phía C, điện tích âm này sẽ trung hòa với điện tích âm trên O do O có độ âm điện cao hơn.

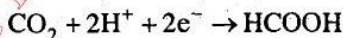
Kết quả phân tử CO gần như không phân cực.

22. CO_2 – thủ phạm gây hiệu ứng nhà kính, có nhiều trong khói thải từ các ngành công nghiệp, giao thông vận tải □ Giảm khí CO_2 là nhiệm vụ hàng đầu của nhân loại ở thế kỷ 21. Hãy đề nghị 2 hướng và viết phản ứng (nếu có) để cắt giảm hàm lượng CO_2 từ khói thải của một nhà máy luyện kim.

Phân tích và hướng dẫn giải

Nêu 2 trong các hướng sau:

- a) Thu và chôn cất CO_2 trong các túi khí hoặc túi dầu đã khai thác cạn kiệt.
 b) Tiết kiệm năng lượng và nâng cao hiệu suất của thiết bị máy móc.
 c) Chuyển CO_2 thành HCOOH bằng phương pháp khử điện hóa:



- d) Chuyển CO_2 thành CH_3OH : $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

- e) Chuyển CO_2 thành muối cacbonat.

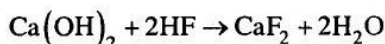
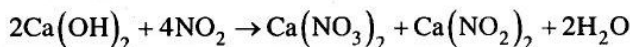
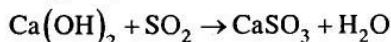
- f) Phát triển cây xanh để tăng quá trình quang hợp.

23. Nêu phương pháp hóa học có thể dùng để loại các chất độc sau:

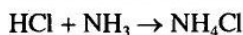
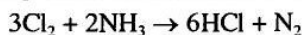
- SO_2 , NO_2 , HF trong khí thải công nghiệp.
 – Lượng lớn khí clo trong phòng thí nghiệm.

Phân tích và hướng dẫn giải

– Dung nước vôi trong: dẫn khí thải có SO_2 , CO_2 , HF qua nước vôi trong, khí độc sẽ bị giữ lại:



– Dung NH_3 dạng khí phun vào không khí có lẫn khí clo:



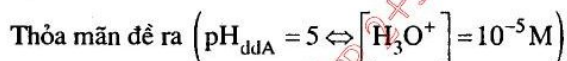
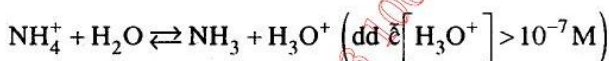
24. a) Dung dịch A gồm các cation: NH_4^+ ; Na^+ ; Ba^{2+} và một anion X^{n-} có thể là

một trong các anion sau: CH_3COO^- ; NO_3^- ; SO_4^{2-} ; CO_3^{2-} ; PO_4^{3-} . Hỏi X^{n-} là anion nào? Biết rằng dung dịch A có pH = 5.

b) Thêm dung dịch NaOH dư vào dung dịch CuSO_4 , thêm tiếp dung dịch NH_4NO_3 vào dung dịch thu được đến dư có hiện tượng gì xảy ra? Viết PTHH của các phản ứng.

Phân tích và hướng dẫn giải

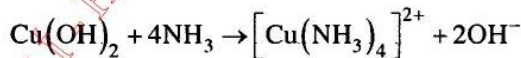
a) X là NO_3^- vì NH_4NO_3 : môi trường axit pH < 7



b) – Có kết tủa màu xanh: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

– Có khí mùi khai: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

– Kết tủa tan tạo dung dịch xanh thẫm:



25. Cho H_2S lội chậm qua dung dịch A gồm FeCl_3 , AlCl_3 , NH_4Cl và CuCl_2 (nồng độ mỗi chất xấp xỉ 0,1M) cho đến bão hòa thì thu được kết tủa X và dung dịch B.

a. Hãy cho biết các chất có trong tủa X và trong dung dịch B.

b. Thêm dần NH_3 vào dung dịch B cho đến dư. Có hiện tượng xảy ra? Viết phương trình phản ứng ion để giải thích hiện tượng.

Phân tích và hướng dẫn giải

a. Trong dung dịch A có các ion: Fe^{3+} , Al^{3+} , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cl^- .

– Cu^{2+} kết tủa được với H_2S : $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

– Ion Fe^{3+} bị H_2S khử: $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S} \downarrow$

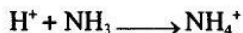
Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

Phản ứng giải phóng ra ion H^+ ngăn cản quá trình kết tủa của FeS .

Vậy trong dung dịch B có: $AlCl_3$, NH_4Cl , HCl , $FeCl_2$, H_2S (Al^{3+} , NH_4^+ , Fe^{2+} , Cl^- , H^+ , H_2S). Trong kết tủa có CuS và S .

b. Thêm dần NH_3 vào dung dịch B cho đến dư:

– Trung hoà axit (giải phóng ra khí làm kết tủa CuS và khử $FeCl_3$) bằng NH_3 :



– Trung hoà H_2S :



– Kết tủa Fe^{2+} dưới dạng FeS : $Fe^{2+} + S^{2-} \longrightarrow FeS \downarrow$

Vì $C_{S^{2-}} = C_{Fe^{2+}} = 0,1$ nên không còn ion S^{2-} dư:

– Kết tủa $Al(OH)_3$ bằng NH_3 :



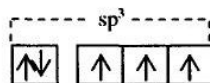
26. Phân tử NH_3 có dạng hình chóp tam giác đều (nguyên tử N ở đỉnh hình chóp).

Ion NH_4^+ có dạng hình tứ diện đều (nguyên tử N nằm ở tâm của tứ diện đều).

Dựa vào sự xen phủ của các obitan, hãy mô tả sự hình thành các liên kết trong phân tử NH_3 và ion NH_4^+ .

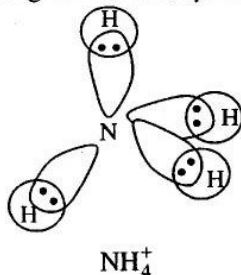
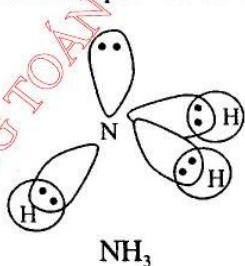
Phân tích và hướng dẫn giải

Trong phân tử NH_3 và ion NH_4^+ , N có lai hóa sp^3 :



Trong NH_3 , một obitan lai hóa sp^3 có cặp electron không liên kết, còn 3 obitan lai hóa sp^3 khác với 1 electron độc thân xen phủ với 1 obitan s của nguyên tử H có 1 electron, tạo ra các liên kết σ bền vững.

Trong NH_4^+ , ngoài 3 liên kết σ như trong NH_3 , còn 1 obitan lai hóa sp^3 với đôi electron xen phủ với AO 1s của H^+ không có electron, tạo ra liên kết σ thứ 4.



27. Một loại phân bón hỗn hợp NPK có ghi trên nhãn là : 15. 11. 12

a. Thông tin trên có ý nghĩa gì?

b. Tính khối lượng mỗi muối : KCl , NH_4NO_3 , $Ca(H_2PO_4)_2$ cần dùng để pha trộn thành 50 kg phân bón nói trên.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phân bón hỗn hợp NPK có ghi trên nhãn là: 15. 11. 12.

- a. Ý nghĩa của thông tin trên: các con số đó là tỉ lệ khối lượng các thành phần N. P_2O_5 , K_2O trong mẫu phân được đóng gói.
- b. Trong 50 kg phân bón trên có: 7,5 kg N; 5,5 kg P_2O_5 và 6,0 kg K_2O .
Do đó, khối lượng mỗi muối cần dùng là:

$$\text{Khối lượng muối } NH_4NO_3: \frac{7,5 \times 80}{28} = 21,43(\text{kg})$$

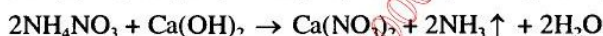
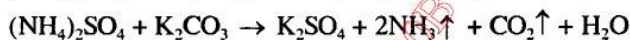
$$\text{Khối lượng muối } Ca(H_2PO_4)_2: \frac{5,5 \times 234}{142} = 9,06(\text{kg})$$

$$\text{Khối lượng muối } KCl: \frac{6,0 \times 149}{94} = 9,5(\text{kg})$$

28. Vì sao khi trộn phân đạm một lá $(NH_4)_2SO_4$, đạm hai lá NH_4NO_3 với vôi $Ca(OH)_2$ hay tro bếp (hàm lượng K_2CO_3 cao) đều bị mất đạm ? Viết phương trình hoá học giải thích.

Phân tích và hướng dẫn giải

Vì NH_3 bị mất do:

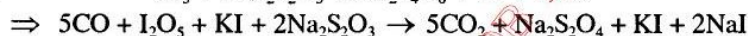
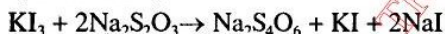
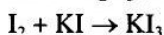
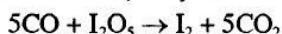


Chuyên đề 20. TỔNG HỢP CÁC NỘI DUNG VÔ CƠ 11**CÁC BÀI TẬP ÁP DỤNG TỔNG HỢP**

1. Để xác định hàm lượng khí độc CO trong không khí của vùng có lò luyện cốc, người ta đã làm như sau: lấy 24,7 lít không khí ($D = 1,2 \text{ g/l}$), dẫn toàn bộ lượng khí đó đi chậm qua thiết bị có ống đựng một lượng dư I_2O_5 được đốt nóng ở 150°C để tạo hơi I_2 . Hơi I_2 được hấp thụ hết trong dung dịch KI dư, lượng KI₃ tạo ra phản ứng hoàn toàn với một lượng vừa đủ 7,76 ml dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0022M. Tính hàm lượng CO có trong mẫu không khí theo số ppm. Biết ppm là số microgam chất có trong 1,0 gam mẫu.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình hoá học xảy ra:



Số mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 170,72 \cdot 10^{-7} \text{ (mol)}$

→ Số mol CO = $170,72 \cdot 10^{-7} \cdot 5/2 = 426,8 \cdot 10^{-7} \text{ (mol)}$

→ Khối lượng CO = $11950,4 \cdot 10^{-7} \text{ (gam)} = 1195,04 \text{ (microgam)}$

Khối lượng không khí = $24,7 \cdot 1,2 = 29,64 \text{ (gam)}$

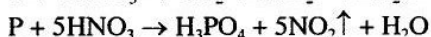
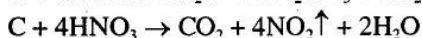
Vậy hàm lượng CO có trong không khí (theo ppm) là = 40,32 ppm.

2. Hỗn hợp X gồm cacbon, silic và photpho đỏ. Cho X vào dung dịch NaOH đặc dư đến khi phản ứng xong, thu được 1,232 lít khí (đktc) và phần không tan Y. Cho Y tan hết vào 20 ml dung dịch HNO_3 63% ($D = 1,48 \text{ g/ml}$) được 7,280 lít (đktc) hỗn hợp A gồm hai khí có tỉ khối với N_2 là 1,633 và dung dịch B.

1. Viết các PTHH và tính phần trăm khối lượng các chất trong X.

2. Thêm nước cất vào B để có 100 ml dung dịch B'. Tính pH của dung dịch B' biết H_3PO_4 có $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3}$; $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_3 = 4,2 \cdot 10^{-13}$.

3. Hấp thụ toàn bộ khí A vào 200 ml dung dịch KOH 2M, sau đó cô cạn dung dịch và nung chất rắn đến khối lượng không đổi. Tính khối lượng chất rắn thu được.

Phân tích và hướng dẫn giải

Số mol Si = $1/2$ số mol $\text{H}_2 = 0,055/2 = 0,0275 \text{ mol}$;

Hai khí là CO_2 và NO_2 , theo bài ra ta tính được:

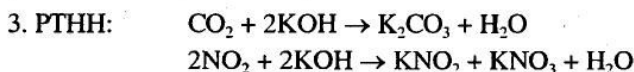
Số mol $\text{CO}_2 = 0,045 \text{ mol}$; Số mol $\text{NO}_2 = 0,28 \text{ mol}$.

→ $n\text{C} = n\text{CO}_2 = 0,045 \text{ mol}$; $n\text{P} = 0,02 \text{ mol}$;

Tính được: $m_{\text{hh}} = 0,0275 \cdot 28 + 0,045 \cdot 12 + 0,02 \cdot 31 = 1,93 \text{ gam}$.

Vậy: $\%m\text{Si} = 39,9\%$; $\%m\text{C} = 27,98\%$; $\%m\text{P} = 32,12\%$.

2. Do $K_1 \gg K_2$ và K_3 nên chỉ tính pH theo K_1 và HNO_3 dư → pH = 0,77.



Khi cô cạn và nung: $2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$

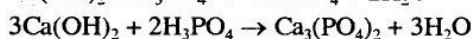
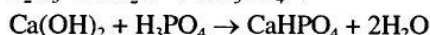
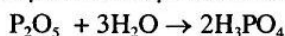
Chất rắn thu được gồm K_2CO_3 (0,045 mol = số mol CO_2); KNO_2 (0,28 mol = số mol NO_2) và KOH dư (0,03 mol).

Số gam chất rắn khan = $0,045 \cdot 138 + 0,28 \cdot 85 + 0,03 \cdot 56 = 31,69$ gam

3. Cho 1,42 gam P_2O_5 vào nước dư được dung dịch X. Thêm vào dung dịch X 1,85 gam Ca(OH)_2 . Viết phương trình hóa học các phản ứng và tính khối lượng các chất tạo thành.

Phân tích và hướng dẫn giải

Lập luận để kết luận các muối tạo thành:



Đặt x là số mol CaHPO_4 , y là số mol $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Lập được hệ phương trình:
$$\begin{cases} x + 3y = 0,025 \\ x + 2y = 0,02 \end{cases}$$
 Giải được
$$\begin{cases} x = 0,01 \\ y = 0,005 \end{cases}$$

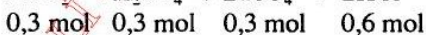
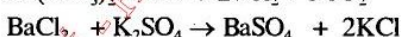
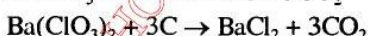
Tính được $m_{\text{CaHPO}_4} = 1,36$ gam ; $m_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 1,55$ gam .

4. Hỗn hợp rắn X gồm KClO_3 , KCl , BaCl_2 và $\text{Ba(ClO}_3)_2$. Nung nóng 103,95 gam X với cacbon vừa đủ, đến khi phản ứng hoàn toàn thoát ra 13,44 lít (đktc) khí duy nhất CO_2 , còn lại hỗn hợp rắn Y gồm KCl và BaCl_2 . Cho Y tác dụng vừa đủ 522 gam dung dịch K_2SO_4 10%, lọc bỏ kết tủa được dung dịch Z. Lượng KCl trong dung dịch Z gấp 9 lần lượng KCl trong hỗn hợp X.

- a) Viết phương trình hóa học của các phản ứng.
 b) Tính phần trăm khối lượng của KClO_3 trong hỗn hợp X.

Phân tích và hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:



Khối lượng hỗn hợp Y là: $103,95 + 12 \cdot 0,6 - 44 \cdot 0,6 = 84,75$ gam

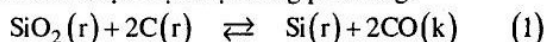
Khối lượng KCl trong Y là: $84,75 - 0,3 \cdot 208 = 22,35$ gam

Đặt x là số mol KClO_3 , y là số mol KCl trong hỗn hợp đầu. Ta có:

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ x + y + 0,6 = 9x \end{cases} \quad \text{Giải được} \quad \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,2 \end{cases}$$

Phần trăm khối lượng KClO_3 có trong hỗn hợp X là 23,57%.

5. Công đoạn đầu tiên của quá trình sản xuất silic có độ tinh khiết cao phục vụ cho công nghệ bán dẫn được thực hiện bằng phản ứng:



Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cà Thanh Toàn

1. Không cần tính toán, chỉ dựa vào sự hiểu biết về hàm entropi, hãy dự đoán sự thay đổi (tăng hay giảm) entropi của hệ khi xảy ra phản ứng (1).

2. Tính ΔS^0 của quá trình điều chế silic theo phản ứng (1), dựa vào các giá trị entropi chuẩn dưới đây:

$$S_{\text{SiO}_2(r)}^0 = 41,8 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}; S_{\text{C}(r)}^0 = 5,7 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}; S_{\text{Si}(r)}^0 = 18,8 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$S_{\text{CO}(k)}^0 = 197,6 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3. Tính giá trị ΔG^0 của phản ứng trên ở 25°C . Biến thiên entanpi hình thành ở điều kiện tiêu chuẩn (ΔH_f^0) của SiO_2 và CO có các giá trị:

$$\Delta H_f^0(\text{SiO}_2(r)) = -910,9 \text{ kJ.mol}^{-1}; \Delta H_f^0(\text{CO}(k)) = -110,5 \text{ kJ.mol}^{-1}.$$

4. Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận bắt đầu từ nhiệt độ nào? (Coi sự phụ thuộc ΔS và ΔH vào nhiệt độ là không đáng kể).

Phân tích và hướng dẫn giải

1. Theo chiều thuận, phản ứng (1) tăng 2 mol khí. Trạng thái khí có mức độ hỗn loạn cao hơn trạng thái rắn, tức là có entropi lớn hơn. Vậy khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì entropi của hệ tăng.

$$2. \Delta S^0 = 2S_{\text{CO}(k)}^0 + S_{\text{Si}(r)}^0 - 2S_{\text{C}(r)}^0 - S_{\text{SiO}_2(r)}^0 = 2.197,6 + 18,8 - 2.5,7 - 41,8 = 360,8 \text{ J.K}^{-1}$$

$$3. \Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0, \text{ trong đó } \Delta H^0 = \Delta H_f^0(\text{Si}(r)) + 2\Delta H_f^0(\text{CO}(k)) - 2\Delta H_f^0(\text{C}(r)) - \Delta H_f^0(\text{SiO}_2(r))$$

$$\Delta H^0 = 2.(-110,5) + 910,9 = 689,9 \text{ (kJ)}$$

$$\rightarrow \Delta C^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 689,9 - 298.360,8.10^{-3} = 582,4 \text{ (kJ)}$$

4. Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận khi ΔG bắt đầu có giá trị âm:

$$\Delta G = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 689,9 - T.360,8.10^{-3} = 0 \rightarrow T = 1912^\circ\text{K}$$

Vậy từ nhiê, độ lớn hơn 1912°K , cân bằng (1) sẽ diễn ra ưu tiên theo chiều thuận.

6. Trong phòng thí nghiệm có một chai đựng dung dịch NaOH , trên nhãn có ghi: $\text{NaOH } 0,10\text{M}$. Để xác định lại chính xác giá trị nồng độ của dung dịch này, người ta tiến hành chuẩn độ dung dịch axit oxalic bằng dung dịch NaOH trên.

a) Tính số gam axit oxalic ngậm nước ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) cần lấy để khi hòa tan hết trong nước được 100 ml dung dịch axit, rồi chuẩn độ hoàn toàn 10 ml dung dịch axit này thì hết 15 ml $\text{NaOH } 0,10\text{M}$.

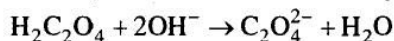
b) Hãy trình bày cách pha chế 100 ml dung dịch axit oxalic từ số gam tính được ở trên.

c) Không cần tính toán, hãy cho biết có thể dùng những dung dịch chỉ thị nào cho phép chuẩn độ trên trong số các dung dịch chỉ thị sau: metyl da cam ($\text{pH} = 4,4$), phenol đỏ ($\text{pH} = 8,0$), phenolphthalein ($\text{pH} = 9,0$)? Vì sao?

Cho: $\text{pK}_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1,25; \text{pK}_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 4,27$.

Phân tích và hướng dẫn giải

- a) Từ phản ứng chuẩn độ hoàn toàn axit oxalic bằng xút:



$$\text{Ta có: } \frac{m.10}{126.100} = \frac{15.0.1.10^{-3}}{2} \rightarrow m = 0,9450(\text{g})$$

- b) Cân chính xác 0,9450 gam axit oxalic ngâm nước ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4.2\text{H}_2\text{O}$) cho vào cốc thủy tinh, rồi rót một ít nước cất vào để hòa tan hết lượng axit này bằng cách dùng đũa thủy tinh khuấy nhẹ hoặc lắc nhẹ. Chuyển toàn bộ dung dịch vào bình định mức 100 ml (cả phần nước được dùng tráng cốc 2, 3 lần) đến khoảng 2/3 thể tích bình và lắc tròn đều bình. Thêm dần nước cất đến gần vạch của bình (cách vạch chừng 1ml), rồi dùng ống hút nhỏ giọt (công tơ hút), nhỏ từ từ từng giọt nước cất đến đúng vạch (để mắt ở cùng mặt phẳng ngang với vạch và thêm nước cất sao cho mặt khum của chất lỏng tiếp xúc với mặt phẳng ngang của vạch) để được 100 ml dung dịch axit oxalic.

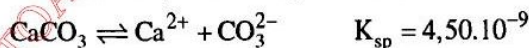
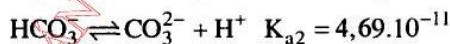
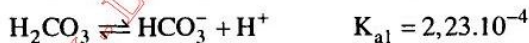
- c) Trong phép chuẩn độ trên, sản phẩm tạo thành là $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ môi trường bazơ, do đó phải chọn những chất chỉ thị có sự chuyển màu rõ nhất trong môi trường bazơ. Vì vậy có thể chọn chất chỉ thị là dung dịch phenol đỏ hoặc dung dịch phenolphthalein cho phép chuẩn độ trên.

7. Tính kiềm của nước và tính tan của CO_2

Khả năng nhận ion H^+ của nước được gọi là tính kiềm. Tính kiềm rất quan trọng đối với việc xử lý nước, tính chất hóa học và sinh học của nước. Nói chung, các thành phần chủ yếu ảnh hưởng đến tính kiềm của nước là HCO_3^- , CO_3^{2-} và OH^- . Ở giá trị pH dưới 7 thì H^+ trong nước làm giảm tính kiềm của nước. Chính vì vậy, phương trình nêu độ kiềm của nước khi có mặt các ion HCO_3^- , CO_3^{2-} và OH^- có thể được biểu diễn bởi:

$$\text{độ kiềm} = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+].$$

Các cân bằng và hằng số cân bằng (ở 298K) được cho sau đây:



1. Nước tự nhiên (nước sông hay hồ) luôn chứa CO_2 hòa tan. Tỷ lệ $[\text{H}_2\text{CO}_3]:[\text{HCO}_3^-]:[\text{CO}_3^{2-}] = a:1,00:b$. Xác định a, b trong nước có nồng độ $[\text{H}^+] = 1,00.10^{-7} \text{ M}$.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cù Thanh Toàn

2. Khí CO_2 trong khí quyển có thể liên quan tới tính kiềm của nước do nó nằm cân bằng với hàm lượng CO_2 tan trong nước. Tính nồng độ của CO_2 (mol/L) trong nước tinh khiết nằm cân bằng với không khí không bị ô nhiễm ở áp suất $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ và 298K chứa 0,0360% (về số mol) CO_2 . Giả sử áp suất tiêu chuẩn là $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

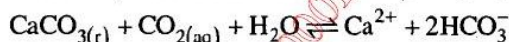
Nếu bạn không làm được câu này thì có thể giả sử rằng nồng độ $\text{CO}_{2(\text{aq})} = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

Độ tan của CO_2 trong nước có thể được định nghĩa bằng biểu thức $S = [\text{CO}_{2(\text{aq})}] + [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$. Độ tan của khí CO_2 trong nước nằm cân bằng với không khí không bị ô nhiễm ở 298K và $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ luôn khác với độ kiềm.

3. Tính độ tan của $\text{CO}_{2(\text{g})}$ trong nước tinh khiết (mol/L). Bỏ qua sự phân li của nước.

4. Khi trong nước có $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ NaOH thì độ tan của $\text{CO}_{2(\text{g})}$ lúc này sẽ là bao nhiêu?

Ở 298K , $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ thì không khí không bị ô nhiễm sẽ nằm cân bằng với nước thiên nhiên chứa CaCO_3 hòa tan. Cân bằng sau đây có thể tồn tại:



5. Tính hằng số cân bằng của phản ứng trên.

Nếu không tính được thì ta có thể giả sử $K = 5,00 \cdot 10^{-5}$ để tính toán cho câu tiếp theo.

6. Tính nồng độ Ca^{2+} (mg/L) trong CaCO_3 hòa tan trong nước nằm cân bằng với CO_2 trong khí quyển.

Nếu không tính được thì ta có thể giả sử rằng nồng độ của $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ là $40,1 \text{ mg/L}$ để tính toán.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$1/ [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$K_{a1} = [\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]/[\text{H}_2\text{CO}_3] = 2,23 \cdot 10^{-4} \Rightarrow [\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3] = 2,23 \cdot 10^3$$

$$K_{a2} = [\text{CO}_3^{2-}][\text{H}^+]/[\text{HCO}_3^-] = 4,69 \cdot 10^{-11} \Rightarrow [\text{CO}_3^{2-}]/[\text{HCO}_3^-] = 4,69 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3]:[\text{HCO}_3^-]:[\text{CO}_3^{2-}] = 4,48 \cdot 10^{-4}:1,00:4,69 \cdot 10^{-4}$$

$$(a) \qquad (b)$$

$$2/ P(\text{CO}_2) = 1,01 \cdot 10^5 \cdot 3,60 \cdot 10^{-4} = 36,36 \text{ Pa}$$

$$[\text{CO}_{2(\text{aq})}] = K(\text{CO}_2) \cdot P(\text{CO}_2) = 1,24 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

Nếu không làm được câu 6–2 thì có thể giả sử $[\text{CO}_{2(\text{aq})}] = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ để tính các câu tiếp theo.

$$3/ a) \text{ Độ tan} = [\text{CO}_{2(\text{aq})}] + [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = [\text{CO}_{2(\text{aq})}] + [\text{HCO}_3^-]$$

$$[H_2CO_3] = [CO_{2(aq)}] \cdot K(H_2CO_3) = 2,48 \cdot 10^{-8} M \text{ và}$$

$$[CO_3^{2-}] = K_{a2} / [H^+] \cdot [HCO_3^-] = K_{a2} = 4,69 \cdot 10^{-11} M \text{ đều quá nhỏ nên ta bỏ qua.}$$

$$[H^+] \cdot [HCO_3^-] / [CO_{2(aq)}] = K_{a1} \cdot K(H_2CO_3) = 4,46 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{Từ trên } [CO_{2(aq)}] = 1,24 \cdot 10^{-5} M \text{ ta tính được: } [H^+] = [HCO_3^-] = 2,35 \cdot 10^{-6} M$$

Vậy độ tan của CO_2 sẽ bằng $1,48 \cdot 10^{-5} M$.

b) Sử dụng $[CO_{2(aq)}] = 1,11 \cdot 10^{-5} M$ để tính toán:

$$\text{Độ tan} = [CO_{2(aq)}] + [H_2CO_3] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = [CO_{2(aq)}] + [HCO_3^-]$$

$$[H_2CO_3] = [CO_{2(aq)}] \cdot K(H_2CO_3) = 2,48 \cdot 10^{-8} M \text{ và}$$

$$[CO_3^{2-}] = K_{a2} / [H^+] \cdot [HCO_3^-] = K_{a2} = 4,69 \cdot 10^{-11} M \text{ đều quá nhỏ nên ta bỏ qua.}$$

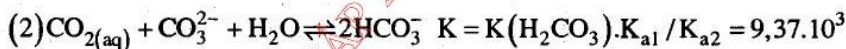
$$[H^+] \cdot [HCO_3^-] / [CO_{2(aq)}] = K_{a1} \cdot K(H_2CO_3) = 4,46 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{Từ câu 6-2 } [CO_{2(aq)}] = 1,24 \cdot 10^{-5} M \text{ ta tính được: } [H^+] = [HCO_3^-] = 2,35 \cdot 10^{-6} M$$

Vậy độ tan của CO_2 sẽ bằng $1,34 \cdot 10^{-5} M$.

4/ Sử dụng $[CO_{2(aq)}] = 1,24 \cdot 10^{-5} M$ để tính toán:

Trong dung dịch NaOH $1,00 \cdot 10^{-3} M$, độ tan của CO_2 phải tăng lên do phản ứng sau:



Do K rất lớn nên toàn bộ lượng OH^- đều đã chuyển hết về HCO_3^-

$$[HCO_3^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} M \quad [OH^-] = 1,82 \cdot 10^{-6} M$$

$$[H^+] = 5,49 \cdot 10^{-9} M \quad [CO_3^{2-}] = 8,54 \cdot 10^{-6} M$$

$$\text{Độ tan} = [CO_{2(aq)}] + [H_2CO_3] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

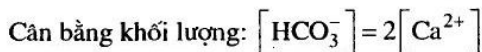
$$\approx [CO_{2(aq)}] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = 1,02 \cdot 10^{-3} M$$

$$5/ K_{eq} = K_{sp} \cdot K(H_2CO_3) \cdot K_{a1} / K_{a2} = 4,28 \cdot 10^{-5}$$

Nếu không tính được câu 5 thì ta có thể giả sử rằng $K_{eq} = 5,00 \cdot 10^{-5}$ để tính toán.

Chuyên đề bồi dưỡng HSG Hoá học 11 – Vô cơ – Cử Thanh Toàn

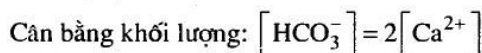
6/ a) Sử dụng $K_{eq} = 4,28.10^{-5}$ và $[CO_{2(aq)}] = 1,24.10^{-5} M$ để tính toán:



$$\begin{aligned} \text{Từ câu 5: } K &= 4,28.10^{-5} = [Ca^{2+}][HCO_3^-]^2 / [CO_{2(aq)}] \\ &= [Ca^{2+}](2[Ca^{2+}])^2 / [CO_{2(aq)}] \end{aligned}$$

Từ câu 2: $[CO_{2(aq)}] = 1,24.10^{-5} M \Rightarrow [Ca^{2+}] = 0,510.10^{-3} M = 20,5 mg/L$

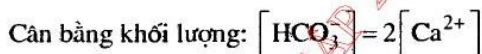
b) Sử dụng $K_{eq} = 5,00.10^{-5}$ và $[CO_{2(aq)}] = 1,11.10^{-5} M$ để tính toán:



$$\begin{aligned} \text{Từ câu 5: } K &= 5,00.10^{-5} = [Ca^{2+}][HCO_3^-]^2 / [CO_{2(aq)}] \\ &= [Ca^{2+}](2[Ca^{2+}])^2 / [CO_{2(aq)}] \end{aligned}$$

Từ câu 2: $[CO_{2(aq)}] = 1,11.10^{-5} M \Rightarrow [Ca^{2+}] = 0,5177.10^{-3} M = 20,75 mg/L$

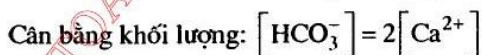
c) Sử dụng $K_{eq} = 5,00.10^{-5}$ và $[CO_{2(aq)}] = 1,24.10^{-5} M$ để tính toán:



$$\begin{aligned} \text{Từ câu 5: } K &= 5,00.10^{-5} = [Ca^{2+}][HCO_3^-]^2 / [CO_{2(aq)}] \\ &= [Ca^{2+}](2[Ca^{2+}])^2 / [CO_{2(aq)}] \end{aligned}$$

Từ câu 2: $[CO_{2(aq)}] = 1,24.10^{-5} M \Rightarrow [Ca^{2+}] = 0,5372.10^{-3} M = 21,53 mg/L$

d) Sử dụng $K_{eq} = 4,28.10^{-5}$ và $[CO_{2(aq)}] = 1,11.10^{-5} M$ để tính toán:



$$\begin{aligned} \text{Từ câu 5: } K &= 4,28.10^{-5} = [Ca^{2+}][HCO_3^-]^2 / [CO_{2(aq)}] \\ &= [Ca^{2+}](2[Ca^{2+}])^2 / [CO_{2(aq)}] \end{aligned}$$

Từ câu 2: $[CO_{2(aq)}] = 1,11.10^{-5} M \Rightarrow [Ca^{2+}] = 0,4916.10^{-3} M = 19,70 mg/L$

MỤC LỤC

Chuyên đề 1. Độ điện li α , hằng số phân li axit K_a , hằng số phân li bazơ K_b	3
Chuyên đề 2. Bài tập pH của dung dịch. dung dịch đệm.....	23
Chuyên đề 3. Chất lưỡng tính.....	67
Chuyên đề 4. Tích số tan. phức chất.....	87
Chuyên đề 5. Phản ứng của các ion trong dung dịch, phương trình ion thu gọn, áp dụng định luật bảo toàn điện tích.....	113
Chuyên đề 6. Kim loại phản ứng với dung dịch kiềm.....	126
Chuyên đề 7. Amoniac. muối amoni.....	148
Chuyên đề 8. Bài tập về NO_2 ; N_2O_4	161
Chuyên đề 9. Bài tập về axit HNO_3	171
Chuyên đề 10. Sản phẩm khử có NH_4NO_3	209
Chuyên đề 11. Kim loại sắt, đồng phản ứng với axit HNO_3	219
Chuyên đề 12. Muối nitrat.....	231
Chuyên đề 13. CO_2 phản ứng với dung dịch kiềm.....	256
Chuyên đề 14. Muối cacbonat.....	269
Chuyên đề 15. Xác định chất.....	292
Chuyên đề 16. Xác định muối ngậm nước.....	320
Chuyên đề 17. Chuỗi phản ứng, viết các phương trình hoá học.....	332
Chuyên đề 18. Nhận biết các dung dịch.....	364
Chuyên đề 19. Giải thích hiện tượng.....	377
Chuyên đề 20. Tổng hợp các nội dung và cơ lí.....	392

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng – Hà Nội

Điện thoại : Biên tập – Chế bản: (04) 39714896;Hành chính: (04) 39714899; Tổng biên tập: (04) 39714897Fax: (04) 39714899**Chịu trách nhiệm xuất bản****Giám đốc - Tổng biên tập : TS. PHẠM THỊ TRÂM****Biên tập : MẠNH CƯỜNG****Chế bản : CÔNG TY KHANG VIỆT****Trình bày bìa : CÔNG TY KHANG VIỆT****Tổng phát hành và đối tác liên kết xuất bản:****CÔNG TY TNHH MTV
DỊCH VỤ VĂN HÓA KHANG VIỆT**

Địa chỉ: 71 Đinh Tiên Hoàng - P.Đa Kao - Q.1 - TP.HCM

Điện thoại: 08. 39115694 - 39105797 - 39111969 - 39111968

Fax: 08. 3911 0880

Email: khangvietbookstore@yahoo.com.vn

Website: www.nhasachkhangviet.vn

SÁCH LIÊN KẾT**CHUYÊN ĐỀ BỒI DƯỠNG HỌC SINH GIỎI HÓA HỌC 11****TẬP 1: VÔ CƠ**

Mã số: 1L-478ĐH2013

Mã số ISBN: 978-604-934-698-9

In 2.000 cuốn, khổ 16×24 cm

Tại: **CÔNG TY TNHH In ấn Mai Thịnh Đức**

Địa chỉ: 71 Kha Vạm Cân, P. Hiệp Bình Chánh, Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh

Số xuất bản: 1778 – 2013/CXB/05 – 251/ĐHQGHN ngày 28/11/2013.

Quyết định xuất bản số: 490LK-TN/QĐ-NXBĐHQGHN, cấp ngày 02/12/2013

In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2014